



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DEFINICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS INDICADORES KPIS (KEY PERFORMANCE INDICATOR) EN ACTIVIDADES DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Autor: Fernando Sainz de Rozas Lafita

Directores: Mariano Jiménez Calzado / Susana Ortíz Marcos

Madrid

Junio 2016

Fernando
Sainz de Rozas
Lafita

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DEFINICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS
INDICADORES KPIS (KEY PERFORMANCE INDICATOR) EN LAS ACTIVIDADES DE
FORMACIÓN UNIVERSITARIA**



AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO (RESTRINGIDO) DE DOCUMENTACIÓN

1ª. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. *Fernando Sainz de Rozas Lafita* , como *alumno* de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (COMILLAS), **DECLARA**

que es el titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con la obra *Optimización del proceso de definición y seguimiento de los indicadores KPIs (Key Performance Indicator) en actividades de formación universitaria (Proyecto de fin de Master)*, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual como titular único o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor *Fernando Sainz de Rozas Lafita* declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

2ª. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita (con las limitaciones que más adelante se detallan)* por todos los usuarios del repositorio y del portal e-ciencia, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución, de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra (a) del apartado siguiente.

3ª. Condiciones de la cesión.

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia, el repositorio institucional podrá:

(a) Transformarla para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporarla a internet; realizar adaptaciones para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así

como incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.

(b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato. .

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional.¹

(d) ²

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.

b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.

c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el vicerrector/a de investigación (curiarte@rec.upcomillas.es).

d) Autorizar expresamente a COMILLAS para, en su caso, realizar los trámites necesarios para la obtención del ISBN.

¹ En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría redactado en los siguientes términos:

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional

² En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría eliminado.

d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.

b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.

c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

a) Deberes del repositorio Institucional:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.

- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.

- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.

b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 29 de junio de 2016

ACEPTA

Fdo. 

Proyecto realizado por el alumno:

Fernando Sainz de Rozas Lafita

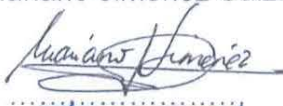
Fdo.: 

Fecha: 29 / 06 / 2016

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no es de carácter confidencial

LOS DIRECTORES DEL PROYECTO

Mariano Jiménez Calzado y Susana Ortiz Marcos

Fdo.: 

Fdo.: 

Fecha: 27 / 06 / 2016

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

Jaime de Rábago Marín

Fdo.:

Fecha: / /



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DEFINICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS INDICADORES KPIS (KEY PERFORMANCE INDICATOR) EN ACTIVIDADES DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Autor: Fernando Sainz de Rozas Lafita

Directores: Mariano Jiménez Calzado / Susana Ortíz Marcos

Madrid
Junio 2016

Fernando
Sainz de Rozas
Lafita

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DEFINICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS
INDICADORES KPIS (KEY PERFORMANCE INDICATOR) EN LAS ACTIVIDADES DE
FORMACIÓN UNIVERSITARIA**



OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DEFINICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS INDICADORES KPIS (KEY PERFORMANCE INDICATOR) EN ACTIVIDADES DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Autor: Sainz de Rozas Lafita, Fernando.

Directores: Jiménez Calzado, Mariano / Ortíz Marcos, Susana.

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción

Vivimos en una época continuamente cambiante, donde la globalización ha afectado a mercados laborales y universidades. Por ello, los gobiernos están intentado implementar estrategias para mejorar la eficiencia de las instituciones universitarias. La garantía de la calidad en las universidades es una necesidad inevitable. Pero el concepto de calidad en el ámbito universitario es un concepto muy relativo, debido a la diferente visión que tienen los distintos grupos interesados en lo que se refiere a educación universitaria.

Los sistemas de indicadores son sólo una de las herramientas disponibles para evaluar el funcionamiento de las universidades, ya que evaluar los sistemas educativos es un proceso complejo. La selección de los indicadores debe tener en cuenta a todos los actores involucrados y ser lo suficientemente flexible para adaptarse a la situación particular de cada institución.

Las universidades tienen un sistema anticuado y lento para evaluar los resultados y aprendizaje de sus alumnos. Es necesario por tanto renovar este sistema y adaptarse a los tiempos de cambio. Además, el gobierno cada vez está exigiendo mejores sistemas internos de calidad a las universidades.

Las empresas ya han empezado a cambiar sus sistemas de gestión empresarial, siendo el software ERP el que más éxito está teniendo. Este es el sistema que se pretende implementar en las universidades. Con este nuevo sistema, se podrá estar informados al detalle de cómo está funcionando la formación de los alumnos. Además, va a permitir identificar de cualquier problema en el sistema de calidad o formación de los alumnos.

La finalidad de este proyecto es cumplir con una serie de objetivos que son los que se citan a continuación:

- Justificar la renovación del sistema actual de evaluación de la calidad universitaria en carreras de ingeniería.
- Optimizar y validar los indicadores actuales con respecto a las competencias que exige la ANECA.
- Mejorar el análisis de los resultados y el aprendizaje de los alumnos.

- Proveer una base para la implementación práctica de este proyecto en el sistema académico, teniendo como fin la obtención de un sistema de evaluación simplificado, informatizado y automatizado.

Metodología

La idea del proyecto es estudiar cómo se puede optimizar el proceso de definición y seguimiento de los indicadores KPIs en la formación universitaria. Para realizar este estudio y cumplir los objetivos anteriormente citados, hay que fijar una metodología del proyecto.

La metodología consta de los siguientes pasos a seguir en el desarrollo del proyecto:

1. Organigrama y organización académica de ICAI, y Procedimiento de evaluación de calidad de ICAI: se va a explicar cómo funciona el sistema académico actual de las escuelas de ingeniería. Con ello, se tendrá una idea general de cómo se gestiona la calidad en las mismas. Como ejemplo, se ha tomado la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas – ICAI.
2. Sistema actual de indicadores: se van a definir qué indicadores se utilizan actualmente para evaluar el rendimiento, el aprendizaje y otros aspectos considerados de interés en un grado de ingeniería.
3. Programas de calidad de la ANECA, y Competencias de la ANECA y planificación de la enseñanza: se va a revisar cuáles son las normas de calidad y en qué programas de ayuda participa ICAI. Luego, se revisarán todas las competencias de la ANECA y la planificación de la enseñanza.
4. Funciones del ERP y Aplicación del ERP en la universidad: se van a explicar cuáles son las funciones de un ERP y cómo se podría implementar un ERP dentro de la universidad. Además, se explicará cuáles serían los distintos tipos de usuario y sus funciones en el sistema ERP.
5. Proceso de desarrollo de una asignatura con el ERP: se va a realizar un diagrama de flujo para explicar cómo sería el desarrollo del programa y gestión de una asignatura utilizando conjuntamente el sistema ERP.
6. Desarrollo de la asignatura Álgebra y Geometría I: se va a desarrollar cada paso del diagrama de flujo anterior para una asignatura específica, Álgebra y Geometría, del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales de ICAI. Antes de todo, se va a explicar el programa completo y cómo se relacionan las competencias, actividades, contenidos y pruebas de la asignatura.
7. Desarrollo de la asignatura Álgebra y Geometría II: se van a proponer unos indicadores que nos indiquen si se están cumpliendo los resultados de aprendizaje y las competencias requeridas por la ANECA.

8. Encuestas de apoyo para evaluar las competencias: se van a elaborar unas encuestas de apoyo a los indicadores anteriores que nos indiquen si la metodología propuesta para una asignatura es la adecuada para obtener las competencias. Estas encuestas estarán basadas en la opinión de alumnos y profesores.
9. Formulario de evaluación de una prueba: se va a realizar un formulario de evaluación base que se podrá adaptar a cada asignatura y tipo de prueba. Este formulario contendrá toda la información necesaria acerca de la prueba y cada alumno, constituyendo así la primera página o portada de cada prueba.
10. Informe de evaluación a partir de la simulación de los resultados de una prueba: se va a realizar una simulación de los resultados para distintas pruebas. A partir de estos resultados, se mostrará cómo sería el informe de evaluación que proporcionaría el ERP.
11. Conclusiones: finalmente, en base a la metodología y los resultados, se van extraer las conclusiones correspondientes y se van a detallar los siguientes pasos a realizar en la continuación del proyecto.

Resultados

Tras el desarrollo de la metodología anteriormente citada, se procederá a la obtención de los resultados. En primer lugar, se va a diseñar un ejemplo de formulario de evaluación base que podría ser válido para cualquier asignatura de cualquier especialidad de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas - ICAI.

El formulario de evaluación constituirá la portada o primera página de cualquier prueba de evaluación de una asignatura. El mismo contendrá en primer lugar un código de barras (que facilitará su futuro escaneo), y toda la información acerca de la prueba (lugar, fecha, horario, formato...), la asignatura, el profesor, y el nombre y clave de cada alumno para cada formulario. Además, el formulario también contendrá todas las competencias y aspectos de cada competencia para esta prueba, que el profesor deberá evaluar y rellenar.

Este proyecto tomará como ejemplo para su estudio la asignatura Álgebra y Geometría de primer año del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales de ICAI. Por lo tanto, a continuación se va a mostrar un ejemplo de formulario para una prueba de esta asignatura, una Prueba de Seguimiento, donde se ha seleccionado de forma aleatoria la información que atañe al lugar y hora de la prueba, al grupo, al profesor y a los alumnos. El formulario de evaluación es el siguiente:



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS



1 234567 890128

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS				
FORMULARIO EVALUACIÓN: TIPO Y N° DE PRUEBA				
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)				
TIPO DE GRADO O MÁSTER				
ASIGNATURA : CLAVE		NOMBRE		CÓDIGO CARRERA
CURSO : CURSO		GRUPO	CÓDIGO	ESPECIALIDAD
PROFESOR : CLAVE		APELLIDOS		NOMBRE
MES	Día Prueba	Examen tipo:	Lugar realización: Escuela	
AÑO	Hora de inicio:	FORMATO	Aula	MODELO:
	Hora de fin:		Nº Asiento	

Material: Tipo de material permitido

ALUMNO :	CLAVE	APELLIDOS	NOMBRE
- El alumno debe verificar que El número de clave y su nombre y apellidos son correctos			
- El alumno NO debe escribir en esta hoja			

El profesor debe asignar cada nota rellenando el cuadro correspondiente:

1. Nota Global
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

1º Decimal
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9

2º Decimal
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9

2. Competencia número 1

2.1 Aspecto número 1
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

2.2 Aspecto número 2
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

2.3 Aspecto número 3
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

2.4 Aspecto número ...
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

3. Competencia número 2

3.1 Aspecto número 1
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

3.2 Aspecto número 2
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

3.3 Aspecto número 3
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

3.4 Aspecto número ...
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

4. Competencia número ...

4.1 Aspecto número 1
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

4.2 Aspecto número ...
☐0☐1☐2☐3☐4☐5☐6☐7☐8☐9☐10

Figura 1. Formulario de evaluación para una Prueba de Seguimiento.

En segundo lugar, se va a analizar qué sucedería a continuación de haber escaneado y leído por el ERP los formularios de evaluación de un grupo determinado de alumnos para una determinada prueba. Ya que, la propuesta que se hace en este proyecto es de implementar un sistema ERP en la universidad, en este apartado se va a simular de forma parecida al ERP, pero con Excel, cómo se elaboraría el informe de evaluación de los resultados de una prueba realizada a un grupo determinado de alumnos.

Esta simulación va a recoger datos y notas que se han tomado de forma aleatoria para un grupo de 40 alumnos, y para unas pruebas específicas de la asignatura Álgebra y Geometría.

A partir de los resultados de los alumnos, el ERP generaría automáticamente un informe de evaluación individual para cada prueba de evaluación realizada. A lo largo del proyecto, se describirán los indicadores que se emplearían a raíz de los resultados de los alumnos. Estos indicadores variarían en función de la nota media del grupo para cada competencia, cada aspecto de las competencias y la nota global de la prueba, por lo que existirá una relación entre las notas medias y los indicadores. Habrá indicadores para los aspectos, competencias y resultados de aprendizaje.

Poniendo como ejemplo los aspectos, los indicadores estarán basados en la nota media del grupo para cada aspecto, pudiendo reflejar lo siguiente:

- Si la nota media está entre 0 y 3'9, el indicador será "Aspecto no cumplido".
- Si nota media está entre 4 y 5'9, el indicador será "Aspecto necesita ser reforzado".
- Si nota media está entre 6 y 7'9, el indicador será "Aspecto cumplido".
- Si nota media está entre 8 y 10, el indicador será "Aspecto sobresaliente".

A continuación, también se muestra un ejemplo de un informe de evaluación para los resultados de una Prueba de Seguimiento para la asignatura de estudio :

		INFORME PRUEBA DE SEGUIMIENTO N° 1 1ºA - GITI Álgebra y Geometría 15/16			
Competencia	Nº	Aspecto	Nota media	Indicador Aspecto	Indicador Competencia
Competencia General 3	1	Aprendizaje de conocimientos básicos	5,78	"Aspecto necesita ser reforzado"	"Competencia necesita ser reforzada"
	2	Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías	7,18	"Aspecto cumplido"	
	3	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones	4,30	"Aspecto necesita ser reforzado"	
Competencia de Formación Básica 1	1	Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería	5,48	"Aspecto necesita ser reforzado"	"Competencia necesita ser reforzada"
	2	Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura	5,60	"Aspecto necesita ser reforzado"	
Nota Global			8,03	"Resultados de aprendizaje sobresalientes"	

Figura 2. Informe de evaluación para una Prueba de Seguimiento.

Conclusiones

Tras realizar el proyecto, primero, se recomienda definir un proceso de asignación de las competencias exigidas por la ANECA a cada asignatura del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. A partir de esta asignación, se procederá a designar una metodología y actividades adecuadas para abordar dichas competencias. Además, este mismo procedimiento sería necesario realizarlo con los resultados de aprendizaje.

El nuevo formulario de evaluación que se propone supone un método de evaluación más simple, rápido y sobre todo totalmente automatizado e informatizado. Este sistema se complementa con los informes de evaluación que facilitarán la labor de los profesores en identificar cuáles son los posibles problemas que surjan en la docencia.

Añadido a lo anterior, para trabajos futuros, se sugiere la planificación de la implementación del ERP por una serie de fases claramente definidas. La idea es que una vez se haya implementado en los procesos y funciones descritos en el proyecto, se integre en todos los departamentos, servicios y funciones de la universidad, desde la reserva de un libro de la biblioteca por un alumno hasta la reserva de una clase por un profesor. Este sistema ERP integrado completamente en la universidad va a suponer un gran valor añadido para profesores, alumnos, empleados y visitantes de la universidad.

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF DEFINING AND MONITORING THE INDICATORS KPIS (KEY PERFORMANCE INDICATOR) IN UNIVERSITY TRAINING ACTIVITIES

Author: Sainz de Rozas Lafita, Fernando.

Directors: Jiménez Calzado, Mariano / Ortíz Marcos, Susana.

Collaborative Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas.

PROYECT SUMMARY

Introduction

We live in a continuously changing era, where globalization has affected labour markets and universities. Therefore, governments are trying to implement strategies to improve the efficiency of university institutions. The quality assurance in universities is an inevitable necessity. But the concept of quality at university level is a very relative concept, due to the different view that the different interested groups have in regards to university education.

Indicator systems are just one of the tools available to assess the performance of universities, as evaluating education systems is a very complex process. The selection of indicators should take into account all the actors involved and be flexible enough to adapt to the particular situation of each institution.

Universities have an outdated and slow system to assess the results and student learning. It is therefore necessary to renew this system and adapt to changing times. In addition, the government is increasingly demanding better internal quality systems to universities.

Companies have already begun to change their business management systems, being the ERP software the most successful one. This is the system that is meant to be implemented in universities. With this new system, you can be informed in detail of how is running the training of students. In addition, it will allow the identification of any problems in the quality system or training of the students.

The goal of this project is to meet a number of objectives which are cited below:

- Justify the renewal of the current evaluation system of university quality in engineering careers.
- Optimize and validate current indicators regarding the competencies required by the ANECA.
- Improve the analysis of results and student learning.
- Provide a basis for the practical implementation of this project in the academic system, with the purpose to obtain a simplified, computerized and automated evaluation system.

Methodology

The idea of the project is to study how to optimize the process of defining and monitoring the indicators KPIs in the university education. To perform this study and meet the objectives cited before, a methodology for the project must be set.

The methodology includes the following steps to follow in the development of the project:

1. Organizational Chart and academic organization of ICAI, and Quality assessment procedure of ICAI: it will be explained how the current academic system works in engineering schools. With this, there will be a general idea of how quality is managed therein. It has been taken as an example the ICAI School of Engineering at Universidad Pontificia Comillas.
2. Current system of indicators: they are going to be defined what indicators are currently used to assess the performance, learning and other issues considered of interest in an engineering degree.
3. Quality programs of the ANECA, and Competencies of the ANECA and educational planning: the quality standards and the aid programs ICAI is involved in will be reviewed. Then, all the competencies of the ANECA and the educational planning will be also reviewed.
4. Functions of ERP and Application of ERP at University: they are going to be explain what the functions of an ERP are and how it could be implemented within the university. In addition, it will be explained what would be the different types of users and their roles in the ERP system.
5. Development process of a subject with ERP: a flow chart will be made to explain how the development of the program and management of a subject using the ERP.
6. Development of the subject Algebra and Geometry I: it will be developed every step of the previous flow chart for a specific subject, Algebra and Geometry, belonging to the degree of Engineering in Industrial Technology of ICAI. First of all, the full program will be explained and how the competencies, activities, content and assessment of the subject are related.
7. Development of the subject Algebra and Geometry II: they will be proposed indicators that would indicate if the competencies and learning outcomes required by the ANECA are being met.
8. Support surveys to assess competencies: they are going to be developed some surveys to support the previous indicators that will indicate us whether the proposed methodology for a subject is appropriate for obtaining the competencies. These surveys will be based on the opinion of the students and the teachers.

9. Assessment form of a test: a generic assessment form will be made that could be adapted to each subject and type of test. This form will contain all the necessary information about the test and each student, constituting the first page or cover of each test.
10. Assessment report based on the simulation of the results of a test: it is going to be made a simulation of results for different tests. From these results, it will be showed how the assessment report provided by the ERP would be.
11. Conclusions: finally, based on the methodology and the results, the appropriate conclusions will be made and it will be detailed the next steps to be made in the continuation of the project.

Results

After the development of the methodology referred above, the next step will be obtaining the results of the project. First, it is going to be designed a generic example of an assessment form that could be valid for any subject of any specialty of the ICAI School of Engineering at Universidad Pontificia Comillas.

The assessment form will be the cover or first page of any assessment test of a subject. First, it will contain a bar code (which will make easier its future scanning), and all information about the test (place, date, time, format ...), the subject, the teacher, and the name and password of each student for each form. Moreover, the form will also contain all the relevant competencies and aspects of each competency for this test, that the teacher should evaluate and fill.

This project will take as example for its study the subject Algebra and Geometry, a first year subject of the degree of Engineering in Industrial Technology Engineering at ICAI. Therefore, it will be displayed a sample form for a test of this subject, a Follow-up Test, where the information regarding the place and time of the test, the group, the teacher and the students have been randomly selected. The assessment form would be as follows:

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS		FORMULARIO EVALUACIÓN: TIPO Y N° DE PRUEBA	
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)		TIPO DE GRADO O MASTER	
ASIGNATURA : CLAVE	NOMBRE	CÓDIGO CARRERA	
CURSO : CURSO	GRUPO	ESPECIALIDAD	
PROFESOR : CLAVE	APELLIDOS	NOMBRE	
MES	Día Prueba	Examen tipo:	Lugar realización: Escuela
AÑO	Hora de inicio:	FORMATO	Aula
			Nº Asiento
Material: Tipo de material permitido			
ALUMNO : CLAVE APELLIDOS NOMBRE			
- El alumno debe verificar que El número de clave y su nombre y apellidos son correctos			
- El alumno NO debe escribir en esta hoja			
El profesor debe asignar cada nota rellenando el cuadro correspondiente:			
1. Nota Global	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
1º Decimal	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
2º Decimal	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
2. Competencia número 1			
2.1 Aspecto número 1	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
2.2 Aspecto número 2	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
2.3 Aspecto número 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
2.4 Aspecto número ...	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3. Competencia número 2			
3.1 Aspecto número 1	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3.2 Aspecto número 2	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3.3 Aspecto número 3	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3.4 Aspecto número ...	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
4. Competencia número ...			
4.1 Aspecto número 1	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
4.2 Aspecto número ...	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		

Figure 1. Assessment form for a Follow-up Test.

Secondly, it will be analysed what would happen after the assessment forms have been scanned and read by the ERP for a particular group of students for a particular test. Since the proposal made in this project is to implement an ERP system in universities, this section will simulate similarly to ERP, but with Excel, how the assessment report of the results would be drafted of a test made to a certain group of students.

This simulation will collect data and grades taken randomly for a group of 40 students, and for specific tests of the subject Algebra and Geometry.

From the results of the students, the ERP would automatically generate an individual assessment report for each assessment test made. Throughout the project, the indicators that would be used following the results will be described. These indicators will vary depending on the average grade of the group for each competency, each aspect of the competencies and overall grade for the test, so there will be a relationship between the average grade and the indicators. There will be indicators for the aspects, competencies and learning outcomes.

Giving as example the aspects, the indicators will be based on the average grade

of the group for each aspect. It could show the following:

- If the average grade is between 0 and 3'9, the indicator will be "Failed Aspect".
- If the average grade is between 4 and 5'9, the indicator will be "Aspect needs to be strengthened".
- If the average grade is between 6 and 7'9, the indicator will be "Fulfilled Aspect".
- If the average grade is between 8 and 10, the indicator will be "Outstanding Aspect".

Here is an example of an assessment report for the results of a Follow-up Test for the subject of study:

 INFORME PRUEBA DE SEGUIMIENTO N° 1 1ºA - GITI Álgebra y Geometría 15/16 				
Competencia	Nº	Aspecto	Nota media	Indicador Aspecto
Competencia General 3	1	Aprendizaje de conocimientos básicos	5,78	"Aspecto necesita ser reforzado"
	2	Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías	7,18	"Aspecto cumplido"
	3	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones	4,30	"Aspecto necesita ser reforzado"
Competencia de Formación Básica 1	1	Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería	5,48	"Aspecto necesita ser reforzado"
	2	Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura	5,60	"Aspecto necesita ser reforzado"
Nota Global			8,03	"Resultados de aprendizaje sobresalientes"

Figure 2. Assessment report for a Follow-up Test.

Conclusions

After carrying out the project, firstly, it is recommended to define an allocation process of the competencies required by ANECA to each subject of the degree of Engineering in Industrial Technologies. Based on this allocation, it will be specified the appropriate methodology and activities to address these competencies. Furthermore, the same procedure should be done for the learning outcomes.

The new assessment form proposed is involves an evaluation method simpler, faster, and especially fully automated and computerized. This system is complemented with the assessment reports that will facilitate the work of teachers to identify what are the possible problems that arise in teaching.

Added to this, for future work, it is suggested planning the implementation of ERP by a series of clearly defined stages. The idea is that once it is implemented in the processes and functions described in the project, it is integrated in all departments, services and functions of the university, from reserving a library book by a student to reserve a class by a teacher. This ERP system fully integrated into the university will add a great value for teachers, students, employees and visitors to the university.

ÍNDICE

Capítulo 1 Introducción.....	29
1.1 Contexto del proyecto.....	30
1.2 Justificación del proyecto	32
1.3 Objetivos	33
1.4 Metodología	34
Capítulo 2 Estado del arte	37
2.1 Organigrama y organización académica de ICAI.....	38
2.2 Procedimiento de evaluación de calidad de ICAI	39
2.3 Sistema actual de seguimiento de indicadores	40
2.4 Programas de calidad de la ANECA	42
2.5 Competencias de la ANECA y planificación de la enseñanza.....	43
Capítulo 3 Descripción del modelo desarrollado.....	47
3.1 Funciones del ERP	48
3.2 Aplicación del ERP en la universidad	50
3.3 Proceso de desarrollo de una asignatura con el ERP	53
3.4 Desarrollo de la asignatura Álgebra y Geometría	58
3.4.1 Programa de la asignatura.....	58
3.4.2 Registro del programa de la asignatura.....	76
3.4.3 Distribución de alumnos por grupos	76
3.4.4 Calendario semanal de clases.....	76
3.4.5 Asignación de un profesor a cada grupo	76
3.4.6 Perfil en el sistema ERP	77
3.4.7 Confirmación de la asignación.....	77

3.4.8 Confirmación de la relación entre las competencias, actividades y pruebas de evaluación.....	77
3.4.9 Confirmación de las fechas de las pruebas de evaluación.....	77
3.4.10 Desarrollo de las actividades programadas	77
3.4.11 Confirmación de la siguiente prueba a realizar	78
3.4.12 Preparación de la prueba	78
3.4.13 Fecha, horario, lugar y formato de la prueba	78
3.4.14 Comunicado a los alumnos de la siguiente prueba de la que se van a examinar	78
3.4.15 Comunicado el día previo a la prueba	79
3.4.16 Impresión del formulario de evaluación.....	79
3.4.17 Realización de la prueba.....	79
3.4.18 Recolección y almacenamiento de los exámenes	79
3.4.19 Registro de la realización de la prueba.....	79
3.4.20 Revisión de los aspectos de las competencias y los criterios de evaluación.....	80
3.4.21 Evaluación a los alumnos.....	80
3.4.22 Escaneo de los formularios de evaluación.....	81
3.4.23 Elaboración del informe	81
3.4.24 Envío del informe.....	82
3.4.25 Análisis del informe	83
3.4.26 Revisión de los indicadores por debajo del mínimo exigido.....	83
3.4.27 Revisión de las actividades relacionadas con los aspectos que hay que corregir	83
3.4.28 Reunión para acordar las medidas correctoras	83
3.4.29 Publicación de las notas	84
3.4.30 Actualización del perfil del alumno	84
3.4.31 Comunicado a los alumnos.....	84

3.4.32 Implementación de las medidas correctoras.....	84
3.4.33 Continuación con el desarrollo de las actividades.....	84
3.5 Encuestas de apoyo para evaluar las competencias	85
3.5.1 Competencia General número 3 (CG3).....	86
3.5.2 Competencia General número 4 (CG3).....	86
3.5.3 Competencia de Formación Básica número 1 (CFB1).....	87
<i>Capítulo 4 Resultados.....</i>	<i>89</i>
4.1 Formulario de evaluación de una prueba	90
4.1.1 Formulario de evaluación para una Prueba de Seguimiento.....	92
4.1.2 Formulario de evaluación para un Control de Prácticas.....	94
4.2 Informe de evaluación a partir de la simulación de los resultados de una prueba.....	97
4.2.1 Informe de evaluación para una Prueba de Seguimiento	101
4.2.2 Informe de evaluación para un Control de Práctica	102
<i>Capítulo 5 Conclusiones</i>	<i>103</i>
5.1 Conclusiones sobre la metodología y el desarrollo del proyecto	104
5.2 Conclusiones sobre los resultados	105
5.3 Recomendaciones para futuros trabajos	106
<i>Capítulo 6 Anexos</i>	<i>107</i>
6.1 Tablas auxiliares de la asignatura Álgebra y Geometría	108
6.2 Tablas de registro para las encuestas	110
<i>Bibliografía.....</i>	<i>113</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama y organización de la Universidad Pontificia Comillas	38
Figura 2. Mapa de procesos de la Universidad Pontificia Comillas	39
Figura 3. Diagrama de las funciones de cada tipo de usuario del ERP	52
Figura 4. Diagrama de flujo del desarrollo de una asignatura.	53
Figura 5. Tabla de los datos de la asignatura Álgebra y Geometría	58
Figura 6. Tabla de los datos del profesorado de la asignatura Álgebra y Geometría	59
Figura 7. Relación entre los resultados de aprendizaje y los contenidos de la asignatura Álgebra y Geometría	65
Figura 8. División de las competencias de la asignatura Álgebra y Geometría en los diferentes aspectos que forman dichas competencias	68
Figura 9. Relación entre las competencias y las actividades de la asignatura Algebra y Geometría.....	69
Figura 10. Relación entre las pruebas de evaluación y los criterios de evaluación de la asignatura Álgebra y Geometría	71
Figura 11. Relación entre las pruebas de evaluación y las actividades propuestas de la asignatura Álgebra y Geometría	73
Figura 12. Relación entre las pruebas de evaluación y las competencias a evaluar en dichas pruebas para la asignatura Álgebra y Geometría.....	74
Figura 13. Planificación de las actividades y pruebas de evaluación de la asignatura Álgebra y Geometría	75
Figura 14. Formulario de evaluación base para la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas – ICAI	91
Figura 15. Formulario de evaluación para una Prueba de Seguimiento.....	94
Figura 16. Formulario de evaluación para un Control de Prácticas.....	96
Figura 17. Tabla que relaciona las pruebas de evaluación y las competencias de la asignatura Álgebra y Geometría dentro del sistema ERP	97

Figura 18. Tabla que representa la división de cada competencia en sus respectivos aspectos para la asignatura Álgebra y Geometría dentro del sistema ERP 98

Figura 19. Tabla que contiene los resultados de un grupo para dos pruebas de evaluación de la asignatura Álgebra y Geometría 99

Figura 20. Tabla que relaciona las notas medias de cada aspecto con los indicadores correspondientes dentro del sistema ERP 100

Figura 21. Tabla que relaciona las notas medias de cada competencia con los indicadores correspondientes dentro del sistema ERP 100

Figura 22. Tabla que relaciona las notas media globales con los indicadores para los resultados de aprendizaje dentro del sistema ERP 100

Figura 23. Informe de evaluación para una Prueba de Seguimiento 101

Figura 24. Informe de evaluación para un Control de Prácticas 102

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 7.1.1. Cronograma de la asignatura Álgebra y Geometría	108
Tabla 7.1.2. Resumen de horas de trabajo del alumno en la asignatura Álgebra y Geometría.....	109
Tabla 7.1.3. Bibliografía y Recursos de la asignatura Álgebra y Geometría	109
Tabla 7.2.1. Tabla que relaciona la competencia general número 3 (CG3) con sus correspondientes actividades	110
Tabla 7.2.2.. Tabla que relaciona la competencia general número 4 (CG4) con sus correspondientes actividades	111
Tabla 7.2.3. Tabla que relaciona la competencia de formación básica número 1 (CFB1) con sus correspondientes actividades	112

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En esta sección introductoria, se va a hacer una revisión de cuál es el contexto actual del proyecto y cómo están afrontando las universidades las exigencias del gobierno de garantizar un sistemas de calidad en su formación. A raíz de este contexto, se procederá a justificar la realización de este proyecto y de su necesidad por parte de las universidades. A continuación, se expondrán cuáles son los objetivos del proyecto, y cuál es la metodología que se va a seguir para cumplir estos objetivos.

1.1. Contexto del proyecto

En las últimas décadas se han producido importantes cambios entorno a la Educación Superior, como puede ser: la búsqueda de una mayor eficiencia económica y social de las universidades, la diferenciación de una oferta formativa que satisfaga los desafíos del aprendizaje a lo largo de la vida, el crecimiento del ámbito universitario, el crecimiento de la enseñanza privada, el aumento de la educación proveniente de otros países y la aparición de gran variedad de diplomas, y por último el gran impacto que suponen los recientes rankings internacionales. Todo ello unido al gran interés en el avance de la ciencia, está influyendo directamente en el desarrollo socioeconómico del país y contribuyendo a la innovación, factor clave del crecimiento económico. Es por ello, que en casi toda Europa ha habido esfuerzos para desarrollar al mismo tiempo la autonomía y la rendición de cuentas universitarias. [MORA11]

El concepto de calidad en el ámbito universitario es un concepto muy relativo, debido a la diferente visión que tienen los distintos grupos interesados en lo que se refiere a educación universitaria. De hecho, los funcionarios gubernamentales, profesores, estudiantes, asociaciones profesionales, sindicatos, no tienen sin duda las mismas necesidades en relación a las instituciones universitarias. Por lo tanto, es lógico que cualquier proceso de evaluación de la calidad se construya de acuerdo a las necesidades específicas de uno o más de estos actores y puede difícilmente ser exhaustiva. [DUBE08]

La garantía de la calidad es una necesidad inevitable por la responsabilidad social de las universidades y los gobiernos. Por lo que hay que justificar ante los ciudadanos que merece la pena. Debido a la globalización de los mercados laborales y universitarios, hay que ofrecer un sistema universitario global. [MORA11]

Actualmente, hay un amplio debate a nivel internacional sobre la gestión de la educación superior, fomentada principalmente por dos factores. Por un lado, encontramos una creciente preocupación de las instituciones públicas para administrar sus fondos debido a las restricciones presupuestarias y a la exigencia de rendición de cuentas que están pidiendo los estados, como parte de los procesos de modernización y reformas. Y por otro lado, el incremento de las instituciones privadas, algunas con ánimo de lucro, que han incorporado criterios empresariales para la optimización de sus recursos. [CIND02]

Para hacer frente a estos cambios, gobiernos y organismos relacionados con la educación superior están intentando implementar estrategias para mejorar la eficiencia de las instituciones universitarias, con el fin de asegurar una correcta utilización de los recursos disponibles por estas instituciones. En las últimas décadas, el sistema universitario español sostiene una completa transformación legal y estructural que está reformando profundamente el sistema, dotándolo de nuevas formas de afrontar la gestión de las instituciones públicas, en las que prima un mayor nivel de autonomía y se reclama el incremento de la eficacia, eficiencia y responsabilidad de las universidades, principios todos ellos centrales de la propia autonomía universitaria. Debido a esta complejidad y racionalización del gasto, a las universidades les ha llegado el momento de evaluarlas. [PALO08]

En este nuevo paradigma, la administración de autoridades universitarias que antes tomaban las decisiones principalmente basadas en la lógica de la excelencia académica, ahora requieren compatibilizar esta lógica con la viabilidad financiera. Cada vez es más relevante el papel de los decanos y directores que tienen que responsabilizarse de sus decisiones teniendo en cuenta los costes, y que la mejora de la calidad implica gastos que en ocasiones las universidades no están en condiciones de asumir. Así surge la idea de generar indicadores que marquen el rumbo en la optimización de la docencia, y que a su vez tengan en cuenta los aspectos económicos. De esta manera, se pretende contribuir a apoyar la toma de decisiones en los diferentes niveles de las estructuras universitarias. [CIND02]

Los sistemas de indicadores son sólo una de las herramientas disponibles para evaluar el funcionamiento de las universidades, ya que evaluar los sistemas educativos en general, y el superior en particular, es un proceso complejo cuya esencia es analizar el grado en el que son alcanzados los objetivos marcados. Por ello, se han propuesto multitud de modelos para evaluar las universidades existiendo intensos debates técnicos –académicos y diferentes opiniones acerca de cuál es el modelo más apropiado. [PALO08]

Los KPIs (Key Performance Indicators) sirven para muchos propósitos, entre ellos, permitir a gestores tomar decisiones informadas comparando el rendimiento actual con rendimientos pasados. Además, se puede usar como una herramienta muy útil de comunicación para unificar esfuerzos a través de las organizaciones y también conduce a optimizar el rendimiento en términos de costes operacionales, mantenimiento y actividades de mejora continua. [SATT13]

La implantación eficaz de un sistema de indicadores de calidad KPIs depende de varios factores. Así, la selección de los indicadores debe tener en cuenta a todos los actores involucrados y ser lo suficientemente flexible para adaptarse a la situación particular de cada institución. Efectivamente, las universidades son instituciones en las que cada una tiene su misión y cultura propias, por lo que la evaluación de resultados se debe hacer en consecuencia. [SATT13]

1.2. Justificación del proyecto

Actualmente, las universidades tienen un sistema anticuado y lento para evaluar los resultados y aprendizaje de sus alumnos. Es necesario renovar este sistema y adaptarse a los tiempos de cambio, por tanto el fin es conseguir automatizar los procesos de evaluación de las distintas áreas y competencias académicas.

Las empresas ya han empezado a cambiar sus sistemas de gestión empresarial, informatizando todos los procesos de gestión y estableciendo una base de datos donde recopilar todos los datos. El software que se está implementando con mayor éxito es el ERP, un software de gestión empresarial, que permite tener almacenados todos los recursos de la empresa y observar como estas gestionando y evaluando estos recursos. Con este sistema se están consiguiendo que se mejoren los procesos de manera continua y una mayor eficiencia en cuanto a la gestión de recursos. Esto ha derivado y esta permitiendo que las empresas ahorren en costes al también optimizar y controlar sus fondos.

También es necesaria una revisión de cuales son los indicadores que se están actualizando actualmente y si estos son los adecuados con respecto a las normas que exige el gobierno español, en concreto la ANECA (Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad y Acreditación) en cuanto a calidad y las competencias que requieren que se aborden en las universidades. Estas normas y competencias tendrán variaciones según la especialidad que se este cuestionando. Este proyecto va a estar focalizado en las carreras de ingenierías.

Con este nuevo sistema que engloba todas las funciones académicas de la universidad, se pretende estar informados al detalle de como está funcionando cada área de la universidad. Este sistema va a permitir evaluar si hay algún problema o algo no está funcionando como debería, por ejemplo malos resultados de una clase en una asignatura en particular o unas malas evaluaciones por parte de los alumnos a un profesor. Además, ya que este sistema permite observar la evolución de las distintas actividades y proceso, podemos controlar de manera mas precisa si hay algún que efectivamente esta fallando.

1.3. Objetivos

La finalidad de este proyecto es cumplir con una serie de objetivos que son los que se citan a continuación:

- Justificar la renovación del sistema actual de evaluación de la calidad universitaria en carreras de ingeniería.
- Optimizar y validar los indicadores actuales con respecto a las competencias que exige la ANECA.
- Mejorar el análisis de los resultados y el aprendizaje de los alumnos.
- Proveer una base para la implementación práctica de este proyecto en el sistema académico, teniendo como fin la obtención de un sistema de evaluación simplificado, informatizado y automatizado.

1.4. Metodología

La idea del proyecto es estudiar cómo se puede optimizar el proceso de definición y seguimiento de los indicadores KPIs en la formación universitaria. Para realizar este estudio y cumplir los objetivos anteriormente citados, hay que fijar una metodología del proyecto.

La metodología consta de los siguientes pasos a seguir en el desarrollo del proyecto:

1. Organigrama y organización académica de ICAI, y Procedimiento de evaluación de calidad de ICAI: se va a explicar cómo funciona el sistema académico actual de las escuelas de ingeniería. Con ello, se tendrá una idea general de cómo se gestiona la calidad en las mismas. Como ejemplo, se ha tomado la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas – ICAI.
2. Sistema actual de indicadores: se van a definir qué indicadores se utilizan actualmente para evaluar el rendimiento, el aprendizaje y otros aspectos considerados de interés en un grado de ingeniería.
3. Programas de calidad de la ANECA, y Competencias de la ANECA y planificación de la enseñanza: se va a revisar cuáles son las normas de calidad y en qué programas de ayuda participa ICAI. Luego, se revisarán todas las competencias de la ANECA y la planificación de la enseñanza.
4. Funciones del ERP y Aplicación del ERP en la universidad: se van a explicar cuáles son las funciones de un ERP y cómo se podría implementar un ERP dentro de la universidad. Además, dentro de la universidad, también se explicará cuáles serían los distintos tipos de usuario y sus funciones en el sistema ERP.
5. Proceso de desarrollo de una asignatura con el ERP: se va a realizar un diagrama de flujo para explicar cómo sería el desarrollo del programa y gestión de una asignatura utilizando conjuntamente el sistema ERP.
6. Desarrollo de la asignatura Álgebra y Geometría I: se va a desarrollar cada paso del diagrama de flujo anterior para una asignatura específica, Álgebra y Geometría, del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales de ICAI. Antes de todo, se va a explicar el programa completo y cómo se relacionan las competencias, actividades, contenidos y pruebas de la asignatura.
7. Desarrollo de la asignatura Álgebra y Geometría II: se van a proponer unos indicadores que nos indiquen si se están cumpliendo los resultados de aprendizaje y las competencias requeridas por la ANECA.
8. Encuestas de apoyo para evaluar las competencias: se van a elaborar unas encuestas de apoyo a los indicadores anteriores que nos indiquen si la metodología propuesta para una asignatura es la adecuada para obtener las competencias. Estas encuestas estarán basadas en la opinión de alumnos y profesores.

9. Formulario de evaluación de una prueba: se va a realizar un formulario de evaluación base que se podrá adaptar a cada asignatura y tipo de prueba. Este formulario contendrá toda la información necesaria acerca de la prueba y cada alumno, constituyendo así la primera página o portada de cada prueba.
10. Informe de evaluación a partir de la simulación de los resultados de una prueba: se va a realizar una simulación de los resultados para distintas pruebas. A partir de estos resultados, se mostrará cómo sería el informe de evaluación que proporcionaría el ERP.
11. Conclusiones: finalmente, en base a la metodología y los resultados, se van extraer las conclusiones correspondientes y se van a detallar los siguientes pasos a realizar en la continuación del proyecto.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

En esta sección, se va a incluir el estado del arte del proyecto. Para ello, se tomará como referencia la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas - ICAI, y en concreto el grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. Este estado del arte se puede luego extrapolar al del resto de escuelas de ingenierías españolas y grados de ingeniería que se imparten en ellas, haciendo las modificaciones oportunas.

En este estado del arte, primero se representará cuál es el organigrama académico actual de ICAI y se explicará cuál es su actual sistema de procesos para evaluar la calidad. Luego, se definirán cuáles son los indicadores que se están utilizando actualmente en el grado de Ingeniería Electromecánica equivalente al grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. También, se analizarán los programas de ayuda de la ANECA para verificar, seguir y renovar los títulos universitarios, así como para garantizar un sistema interno de calidad. Por último, se reflejarán cuáles son los distintos tipos de competencias que exige la ANECA para el grado de Ingeniería que se está estudiando, así como cuáles son las posibles actividades de formación y pruebas de evaluación para alcanzar dichas competencias.

2.1. Organigrama y organización académica de ICAI

A continuación se va a representar en un gráfico cómo están organizados todos los departamentos y servicios de la Universidad Pontificia Comillas, dentro de la cuál está incluida la Escuela Técnica Superior de Ingeniería - ICAI. [ICAI15A]

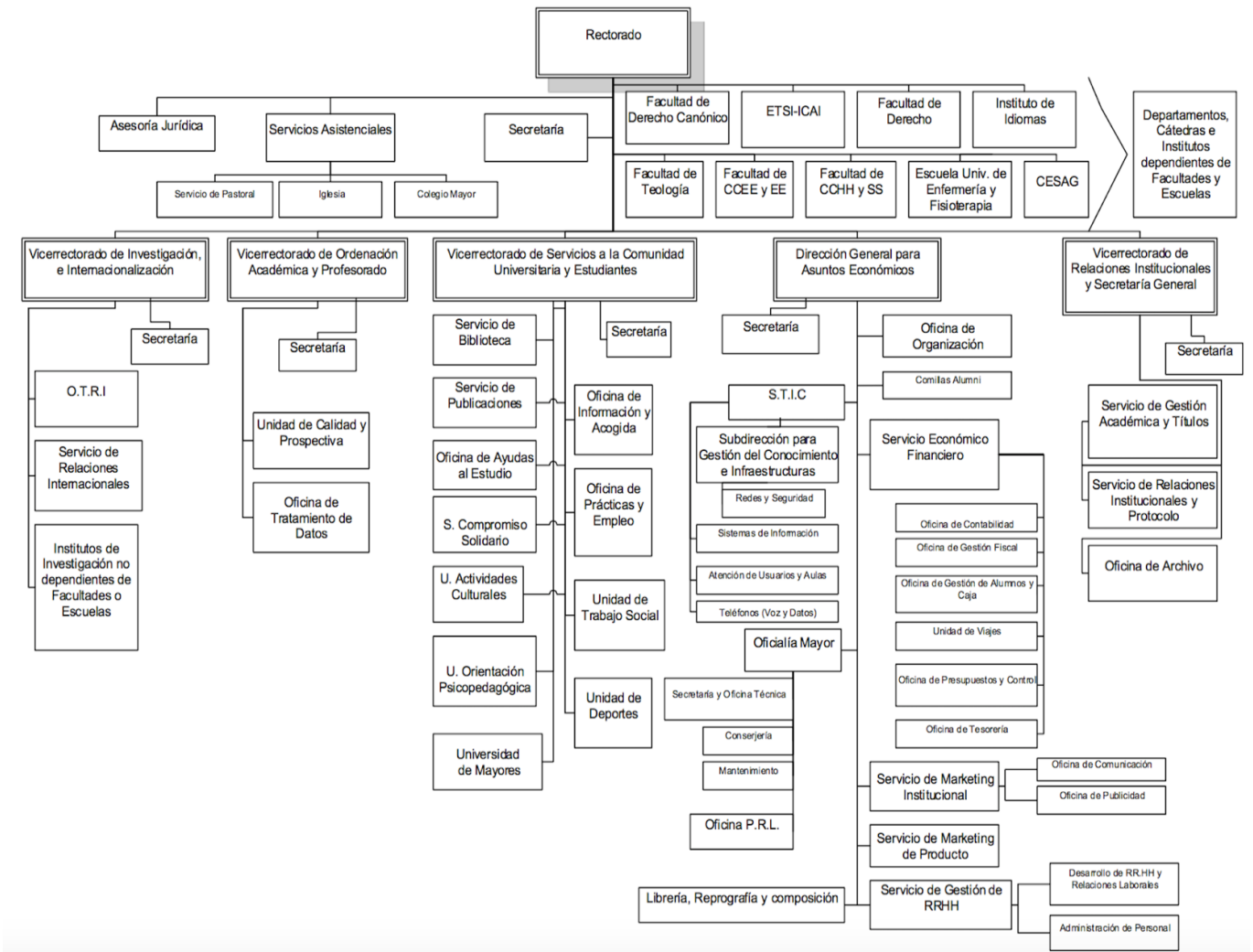


Figura 1. Organigrama y organización de la Universidad Pontificia Comillas.
Fuente:[ICAI15A]

2.2. Procedimiento de evaluación de calidad de ICAI [ICAI15A]

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería - ICAI tiene definido un mapa de procesos donde identifica todos los procesos relacionados con las distintas actividades del Sistema de Gestión de Calidad. Con este sistema se pretende gestionar la calidad y servicios proporcionados tanto a alumnos, como a personal docente e investigador, personal de la administración y a las empresas. Estos procesos pueden ser de tres tipos: estratégicos, clave (desarrollan la operatividad de la escuela) y de soportes a los anteriores. A su vez, los procesos están interrelacionados dentro de un mismo tipo, y a su vez con los otros dos tipos de procesos. Estas relaciones se representan en el siguiente diagrama. [ICAI15A]

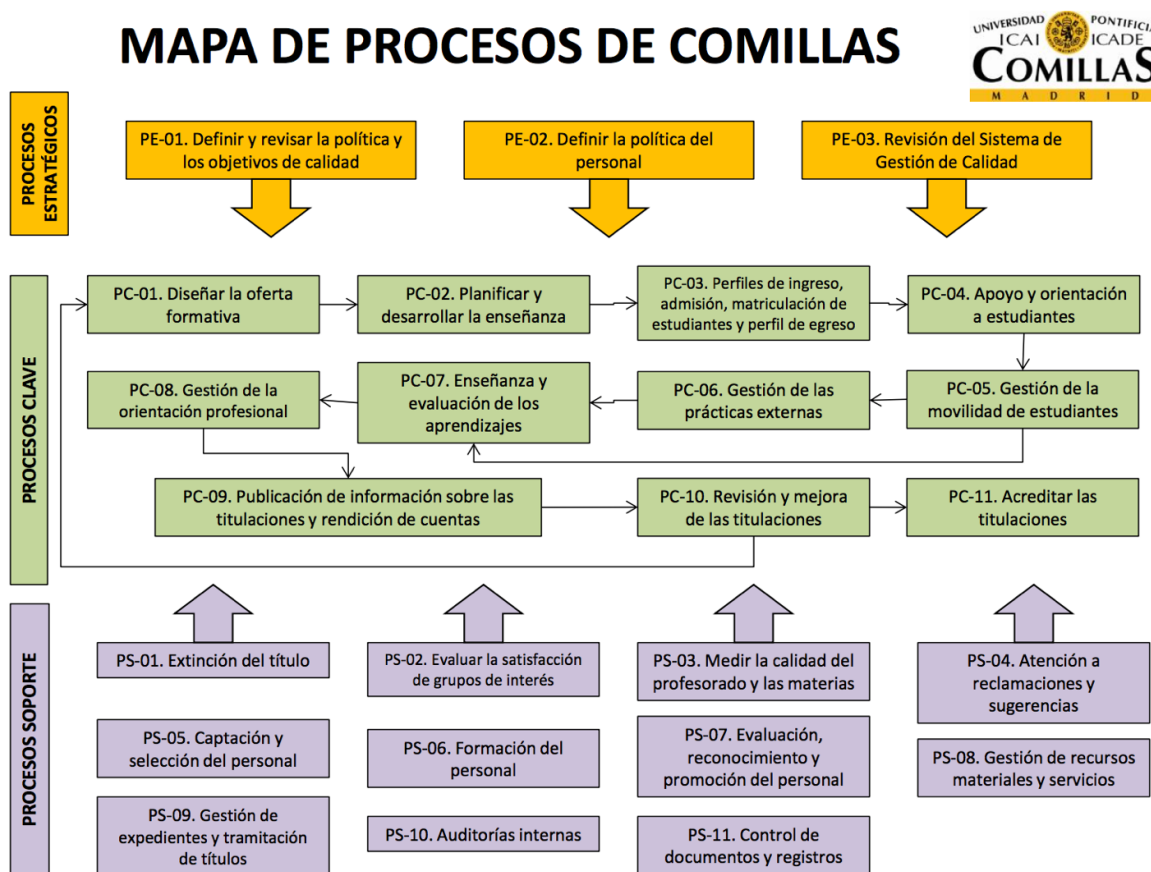


Figura 2. Mapa de procesos de la Universidad Pontificia Comillas. Fuente:[ICAI15A]

2.3. Sistema actual de indicadores

Actualmente, los indicadores del grado de Ingeniería en Electromecánica de ICAI están basados en ratios y encuestas de valoración a alumnos y profesorado. Dichos ratios e indicadores engloban a todos los estudiantes del grado que estudian en ese curso académico, por lo que en ocasiones, el ratio o encuesta en cuestión, aplica solo a un curso del grado, como pueden ser las encuestas de inserción laboral.

En primer lugar, las tasas o ratios que se analizan para cada curso académico son: [ICAI15B]

- Tasa de graduación: relación porcentual entre el alumnado de una cohorte de entrada que supera, en el tiempo previsto más un año, los créditos conducentes a la obtención de un título en una Universidad, y el total del alumnado de nuevo ingreso de la misma cohorte del título.
- Tasa de abandono: relación porcentual entre el alumnado de una cohorte matriculado en el Título en el curso académico X, que no se han matriculado en dicho título en los cursos X+1 y X+2, y el número total de estudiantes de tal cohorte que accedieron al mencionado título el curso académico X.
- Tasa de eficiencia: relación porcentual entre el número total de créditos en los que debió matricularse el alumnado graduado de una cohorte de graduación para superar un título y el total de créditos en los que efectivamente se han matriculado el alumnado graduado de esa cohorte.
- Tasa de rendimiento: Relación porcentual entre el número de créditos ordinarios superados y el número de créditos ordinarios matriculados en el Título.
- Tasa de evaluación: $(\text{Total de créditos ordinarios presentados en el curso X} / \text{Total de créditos ordinarios matriculados en el curso X}) * 100$.
- Tasa de éxito: $(\text{Total de créditos ordinarios superados en el curso X} / \text{Total de créditos ordinarios presentados en el curso X}) * 100$.

Por otro lado, los indicadores que se obtienen en las encuestas, se realizan en su mayoría valorando en una escala de 1 a 10, exceptuando algunas que están basadas en porcentajes. Las encuestas que se realizan actualmente son las siguientes: [ICAI15B]

- Encuesta al alumnado sobre evaluación del profesorado y materias
 - Valoración global profesorado
 - Valoración global materias
- Encuesta de satisfacción de alumnos
 - Satisfacción con la preparación y formación que estás consiguiendo
 - ¿Recomendarías el título a otras personas?
 - ¿En qué grado recomendarías esta Universidad?

- Encuesta de satisfacción de alumnos con tutores
 - Valoración global del tutor
- Encuesta de satisfacción de alumnos con prácticas extracurriculares
 - Satisfacción global con empresa/institución de prácticas
 - Valoración de la utilidad de la práctica para el desarrollo académico y profesional
 - Satisfacción general con la práctica
- Encuesta de satisfacción de empresas/tutores con los alumnos que han realizado prácticas extracurriculares
 - Conocimientos adquiridos durante la actividad en la empresa/institución
 - Valoración general del alumno
- Encuesta de satisfacción de alumnos con intercambio (outgoing)
 - Creo que mi estancia me ayudará en mi carrera
 - Satisfacción global con la estancia
 - Porcentaje de estudiantes que están más motivados para trabajar en cualquier otro país miembro
- Encuesta de satisfacción del profesorado
 - Grado de identificación global con plan de estudios
- Encuesta de inserción laboral a los seis meses de haber finalizado los estudios
 - Porcentaje de ingresados que se encuentran trabajando o ampliando estudios
 - Porcentaje de alumnos que si tuviesen que elegir de nuevo estudiarían la misma titulación
 - Porcentaje de alumnos que si tuviesen que elegir de nuevo volverían a estudiar en Comillas

2.4. Programas de calidad de la ANECA

La ANECA es la Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad y Acreditación del Gobierno Español. La Escuela Técnica Superior de Ingeniería - ICAI trabaja actualmente con varios programas (VERIFICA, AUDIT, MONITOR Y ACREDITA) para satisfacer las exigencias de calidad que impone la ANECA.

Los programas MONITOR, ACREDITA Y VERIFICA están relacionados, siendo todos ellos programas de ayuda a las universidades en el ciclo de vida de un título. El programa VERIFICA ayuda a elaborar la memoria de verificación de un título de Grado y Máster. Luego, el programa MONITOR ayuda en el proceso de seguimiento de los títulos, evaluando y valorando como se están implementando las enseñanzas oficiales de Grado y Máster. Y por último, el programa de renovación de ACREDITA ayuda a comprobar el cumplimiento de los requisitos impuestos en la memoria de verificación, así como de evaluar los resultados del título, entre ellos la adquisición de competencias por parte de los estudiantes, para luego así decidir si hay que continuar o no con la impartición del título hasta la siguiente renovación. [ANEC12] [ANEC15] [ANEC14]

Por otro lado, el programa AUDIT se ocupa de evaluar el diseño del Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) de la formación universitaria. Este programa ayuda a las universidades a conocer todos los detalles del proceso de evaluación de la calidad universitaria, para que así puedan actuar y reforzar los aspectos oportunos y superar la evaluación oficial de la ANECA. [ANEC08]

Todos estos programas ayudan en el proceso de mejora continua de la universidades. Estas distintas valoraciones pueden ser utilizadas por las universidades para ofrecer una mejor formación universitaria a sus alumnos, así como para garantizar un sistema de calidad óptimo en sus títulos.

Se puede comprobar que las universidades necesitan ayuda en la implantación y gestión de sus títulos universitarios, así como en la implementación de un sistema de calidad para dicha formación. Ya que todo ello es evaluado y verificado periódicamente por el gobierno, en nuestro caso en concreto, la ANECA.

2.5. Competencias de la ANECA y planificación de la enseñanza

En cuanto a las competencias, la ANECA exige la adquisición de determinadas competencias a lo largo del ciclo de vida de cada título universitario. Como se ha comentado anteriormente, la adquisición de estas competencias por los alumnos será parte de la evaluación de la ANECA, por lo que es de gran importancia ofrecer una metodología adecuada de cada asignatura, incluyendo los sistemas de evaluación correspondientes, para que se aborden las competencias oportunas para dicha asignatura. [GOBI15]

En el caso de las escuelas de ingeniería, y en concreto para el grado en Tecnologías Industriales, la ANECA exige unas determinadas competencias. Estas competencias se pueden clasificar en: [GOBI15]

- Competencias básicas
- Competencias generales
- Competencias de formación básica
- Competencias comunes a la rama industrial
- Competencias específicas: dependen de la especialidad, pudiendo ser de mecánica, electricidad o electrónica industrial
- Competencias del módulo de trabajo de fin de grado.

Para satisfacer las competencias exigidas por la ANECA es necesaria una planificación adecuada tanto del título como de cada asignatura. Para ello, se ofrecen y proponen las siguientes actividades formativas y sus correspondientes sistemas de evaluación: [GOBI15]

- Actividades formativas:
 - Clase magistral y presentaciones generales
 - Resolución en clase de problemas prácticos
 - Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior
 - Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno
 - Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno
 - Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno
 - Resolución grupal de problemas
 - Trabajo en grupo

- Estudios y Trabajos de carácter práctico individual
 - Prácticas de casos de modelado
 - Seminarios técnicos
 - Trabajos de carácter práctico individual y de grupo
 - Preparación de prácticas y análisis de resultados
 - Preparación de exámenes
 - Trabajos dirigidos en talleres presenciales, a realizar tanto en grupo como individualmente
 - Visitas y Seminarios
- Sistemas de evaluación:
 - Examen Parcial y Final
 - Exámenes Intercuatrimestrales
 - Pruebas de seguimiento
 - Controles de prácticas
 - Informes o cuadernos de laboratorio
 - Trabajos de carácter práctico individual y grupal
 - Pruebas tipo problema o caso práctico
 - Pruebas tipo test
 - Participación activa en la resolución de problemas en clase
 - One-minute-paper
 - Asistencia y participación en clase
 - Participación activa en la realización de las prácticas de laboratorio
 - Pruebas tipo abierto
 - Exámenes integradores de tipo test y problemas prácticos
 - Prácticas con software específico
 - Valoración de los ejercicios individuales

- Presentaciones orales de trabajos individuales o de grupo
- Asistencia a seminarios y visitas técnicas
- Prácticas de laboratorio
- Sesiones de evaluación práctica de los resultados obtenidos en los proyectos de laboratorio y defensa del trabajo
- Examen de tipo oral. El profesor o un grupo de profesores (Tribunal) procederá a realizar una serie de preguntas sobre el trabajo fin de grado desarrollado por el alumno. En el momento del examen el alumno aportará el documento que constituye el trabajo fin de grado y realizará una exposición oral, con ayuda de medios audiovisuales, del mismo
- Presentaciones orales de progreso del trabajo fin de grado
- Asistencia seminarios técnicos

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL MODELO DESARROLLADO

En esta sección, se va estudiar y analizar el desarrollo completo de una asignatura, en la que se fijan unos objetivos para que el alumno adquiera ciertas competencias. Se proponen unos contenidos que se desarrollan bajo una metodología determinada y que finalmente se evalúan con unas pruebas concretas. La finalidad de este estudio es analizar si este desarrollo se está haciendo correctamente en las escuelas de ingeniería, particularmente en la especialidad industrial. Para ello, se propondrán unos indicadores que evaluarán las competencias, el rendimiento, los contenidos, los resultados de aprendizaje, la metodología y las pruebas, y cómo se relacionan todos ellos entre sí.

El estudio se va a focalizar en una asignatura de primer año de grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas - ICAI. Esta asignatura es común a las demás universidades que ofrecen este grado, por lo que se puede aplicar a las demás universidades. Este método de análisis junto a los indicadores que se propondrán para esta asignatura servirán de base estándar para extrapolarlo al resto de asignaturas de este grado, y posteriormente a otros grados de ingeniería, realizando siempre las modificaciones oportunas.

3.1 Funciones del ERP

“Un ERP (Enterprise Resource Planning) es un software de gestión empresarial que puede facilitar la coordinación de diversos procesos en una compañía, independientemente de sus dimensiones y en diversos ámbitos de la actividad económica.” [SARR13]

Los ERP tienen como fin el coordinar todas las áreas o negocios de una empresa, teniendo una base central de datos que ayuda a que la información fluya entre las diferentes áreas. Un ERP te permite automatizar e integrar los distintos procesos de la empresa, tener prácticas comunes a lo largo de la compañía y acceder a toda la información en tiempo real. [CUEL__]

Actualmente, los ERP están implantados desde en grandes a pequeñas empresas, y alcanza a todas las áreas de cada actividad y sectores de actividades. Por ello, el plazo de implantación varía en función del proyecto y complejidad funcional de la empresa, desde unos pocos meses a varios años. Siempre es la empresa la que se debe adaptar al ERP y no al revés, ya que los ERP ya han demostrado que es una de las mejores prácticas en la industria, permite corregir malas costumbres organizacionales y administrativas, y además facilita la migración a nuevas versiones del ERP. [SARR13]

Los sistema ERP se componen de un servidor que alimenta a los nodos de los diferentes departamentos de la empresa que tengan instalados este programa. De este modo, el responsable del servidor puede ver todas las ventanas de todos los departamentos y los directivos también tienen la capacidad de acceder a todas las ventanas. En cambio cada departamento puede acceder a su ventana de trabajo y solo puede ver lo que otros departamentos están realizando, pero no tiene acceso a sus ventanas. [CUEL__]

Sin embargo, a pesar de todo lo dicho, la principal función y objetivo de los ERP es mantener un sistema de mejora continua. Hoy en día, las empresas y la economía sufren cambios constantes, es por ello que los ERP deben estar preparados para ello, y estar siendo continuamente alimentados de información. Con ello se consigue mejorar progresivamente a pesar de las distintas situaciones a las que se enfrenta la empresa.

Las universidades son instituciones que se pueden equiparar a las empresas en el método de gestión y en el funcionamiento de sus actividades. Actualmente, los sistemas que están utilizando las universidades para gestionar sus recursos y procesos están anticuados y requieren una gran cantidad de tiempo y personal para mantenerlos, llevarlos a cabo y evaluarlos. Es por ello, que las instituciones deben empezar a adaptarse a los nuevos cambios tecnológicos y tener en consideración la implementación de softwares de gestión empresarial y renovar sus sistemas actuales.

Softwares como el ERP, ayudarán a estas instituciones al igual que a las empresas, a optimizar el sistema de organización de las distintas actividades que engloba una universidad. Pero, como hemos indicado anteriormente, serían las universidades las que se tendrían que adaptar al funcionamiento de los ERP y no al revés. Este proceso sería en parte diferente al que sucedería en una empresa, al tratarse

de una institución académica, en la que entre sus objetivos, a parte de la viabilidad económica y la eficiente gestión de los recursos, se encuentra el aprendizaje y la obtención de buenos resultados por parte de los estudiantes.

De forma similar a las empresas, con este nuevo sistema se llevara a cabo una recolección de toda la información de la institución en una base de datos que maneja dicha institución, y se procederá a informatizar y automatizar todos los procesos de gestión. En el caso de las universidades, este software, permitirá gestionar de forma individual cada departamento o actividad de forma independiente por el responsable correspondiente, y a su vez permitirá a los órganos superiores, como la junta escolar, observar el funcionamiento de todos los departamentos y las dependencias de actividades o procedimientos entre los departamentos.

Aplicando este sistema de gestión a nuestro proyecto, en el que se pretender optimizar los indicadores de calidad de la formación universitaria, en concreto de ingeniería, se podrá mejorar el sistema de evaluación del aprendizaje y resultado de los estudiantes. Al tener toda la información en una base de datos y tratándose de un software inteligente que continuamente se va actualizando, se podrá disponer, por ejemplo, del rendimiento de los estudiantes en distintas asignaturas y relacionarlo con el tiempo dedicado a trabajos de contenido práctico en cada una de las asignaturas.

3.2 Aplicación de un ERP en la universidad

El funcionamiento y la utilización del ERP como herramienta informática debe simplificarse para que sea fácilmente manejable por los profesores y los responsables de la universidad. Se va a explicar el funcionamiento del ERP para una asignatura y cómo se debe proceder para evaluar los datos obtenidos a través de los indicadores KPIS. Además, se va a detallar como puede el profesor de esta determinada asignatura acceder a estos datos.

En primer lugar, la información de la asignatura, de los alumnos y de los indicadores KPIS deben estar desde un primer momento informatizada. Secretaría (o el responsable de la asignatura) en cuestión debe aportar toda la información acerca de la asignatura, y el profesor deberá incluir los resultados de sus alumnos en las distintas actividades, e ir actualizando esta información a lo largo que progresa el curso. Secretaría, que tendrá acceso al programa y al contenido del curso, debe antes del comienzo del curso, rellenar todo los datos e información de la asignatura. Se empezará por información básica como especialidad de la asignatura, curso en el que se imparte, profesores que la imparten y créditos que supone. A continuación, se incluirán las competencias que se pretenden alcanzar en esta asignatura y con qué actividades se pretender abordar dichas competencias. Se aportará la información necesaria acerca de cada actividad: presencial o no, teórica o práctica, horas semanales... Luego, se incluirá la programación de la asignatura, la evaluación de la asignatura y sus criterios de calificación con sus respectivos pesos. Entrando más en detalle, Secretaría deberá asignar para una determinada clase un profesor y los alumnos que asistirán a esta clase. Todo esta información puede ser modificada a lo largo del curso y debe estar continuamente actualizada.

En este programa, cada usuario (profesor, alumno...) tendrá un perfil. En el caso de los profesores, se indicará que asignaturas imparte, en que cursos imparte esta asignatura, a que clases en concreto, y dentro de estas clases quiénes son sus alumnos. Es en este perfil, donde el profesor podrá añadir y actualizar toda la información acerca de la asignatura y de los resultados de sus alumnos en las distintas actividades. En el caso de los alumnos, estos también tendrán acceso a la información, habilitada por los profesores, de sus asignaturas, y es en este portal donde podrán manejar su perfil personal y consultar todas sus notas a lo largo del curso.

Una vez que el programa tiene todos los datos acerca de la asignatura, se debe proceder a seleccionar que indicadores se pretenden medir, por ejemplo mensualmente, con relación al rendimiento y aprendizaje de los alumnos. Estas serán las evaluaciones periódicas y a las que el profesor tendrá acceso desde su perfil. El profesor también podrá comparar el histórico de las evaluaciones tanto mensualmente como entre clases. En definitiva, desde el perfil de cada usuario habrá una serie de herramientas en las que se podrá seleccionar que indicadores se quieren mostrar, de que asignatura, de que curso y de que clase, y luego se podrán hacer también comparaciones entre indicadores, clases, actividades de la asignatura y evaluaciones mensuales. Con esto se consigue observar el progreso de cada clase en la asignatura y entre las diferentes actividades de las que se compone la asignatura. Ya que se trata de mucha información, cada mes, el profesor tendrá acceso desde su perfil a un resumen

de las evaluaciones del mes, mostrando la información más relevante como puede ser el rendimiento y aprendizaje de los alumnos de una clase en comparación con el mes anterior y el resto del curso. En un futuro, el profesor podrá comparar para una misma asignatura, la evaluación de un mes para una clase con la evaluación que se hizo para otra clase hace dos años en ese mismo momento del curso.

A parte de las evaluaciones de los indicadores que se obtienen automáticamente gracias a la información proporcionada por la administración y la continua importación de datos del profesor, el programa también tendrá la posibilidad de evaluar la opinión de los alumnos y profesores acerca de la metodología, profesorado y aprendizaje en la asignatura, así como pedirles que aporten información acerca de las horas que han dedicado a la asignatura, la asistencia a clase... Esto se hará a través del mismo programa, el cual notificará a cada alumno/profesor a través de un e-mail que debe rellenar una encuesta, en el mail se proporciona un enlace directo por el cual, introduciendo tus claves de usuario, se accederá al programa y al formulario de preguntas a rellenar. Estas preguntas podrán tener: cinco respuestas posibles, del 1 al 5, indicando por ejemplo desde muy poco a mucho; también habrá respuestas en porcentaje, por ejemplo asistencia a clase; y numéricas, por ejemplo el número de horas de estudio semanales. El programa analizará del mismo modo toda la información recogida en las encuestas. Estas encuestas también se realizarán mensualmente donde las preguntas serán editadas por Secretaría, así como las respuestas posibles. El número de formato de respuesta será limitado a lo indicado anteriormente.

Tanto el resumen de evaluación de rendimiento como las encuestas mensuales podrá o no ir variando según avance el curso, ya que habrá contenidos y actividades que tendrá más sentido evaluar más adelante el curso y otros que no. Además también se podrá contrastar información entre alumnos, profesores y la asignatura gracias a estas dos formas de evaluación.

El profesor tendrá la libertad de solicitar evaluaciones distintas a las periódicas, por ejemplo en mitad del mes, o pedir evaluaciones semanales para tener un mayor seguimiento del curso. Además también podrá solicitar evaluaciones que requieran la colaboración de los alumnos y/o otros profesores colaboradores. Esto se hará a través del mismo programa, notificando con un e-mail a cada alumno/profesor con un enlace para acceder al programa, donde una vez se introduzcan las correspondientes claves de usuario, se procederá a rellenar dicha encuesta. En este caso las preguntas serán editadas por el profesor con una plantilla diseñada por Secretaría, así como el tipo de respuesta posible.

Estas evaluaciones que proporciona esta herramienta pretenden facilitar al profesorado la información necesaria para poder identificar problemas en una asignatura o en una determinada clase, y así poder mejorar a lo largo del curso y para futuros cursos los resultados y aprendizaje de los alumnos en cada asignatura.

Por último, al igual que los profesores, los responsables de las asignaturas, departamento, curso y especialidad, tendrán un perfil en el que se les proporcionará mensualmente una evaluación más amplia y general pero que indiquen claramente el rendimiento de una asignatura, una determinada clase o un determinado

profesor. De este modo, los responsables podrán hacer un seguimiento continuo de sus correspondientes departamentos/asignaturas a su cargo y poder involucrarse si algo no está funcionando de forma correcta. Además, también podrán solicitar, más evaluaciones y encuestas tanto a profesores como a alumnos de distinta índole.

Al final del curso, el programa proporcionará una evaluación final de la asignatura con toda la información recopilada, donde se observará el rendimiento y aprendizaje de los alumnos, así como el progreso a lo largo del curso.

Las funciones de cada tipo de usuario del programa se reflejan en el siguiente diagrama.

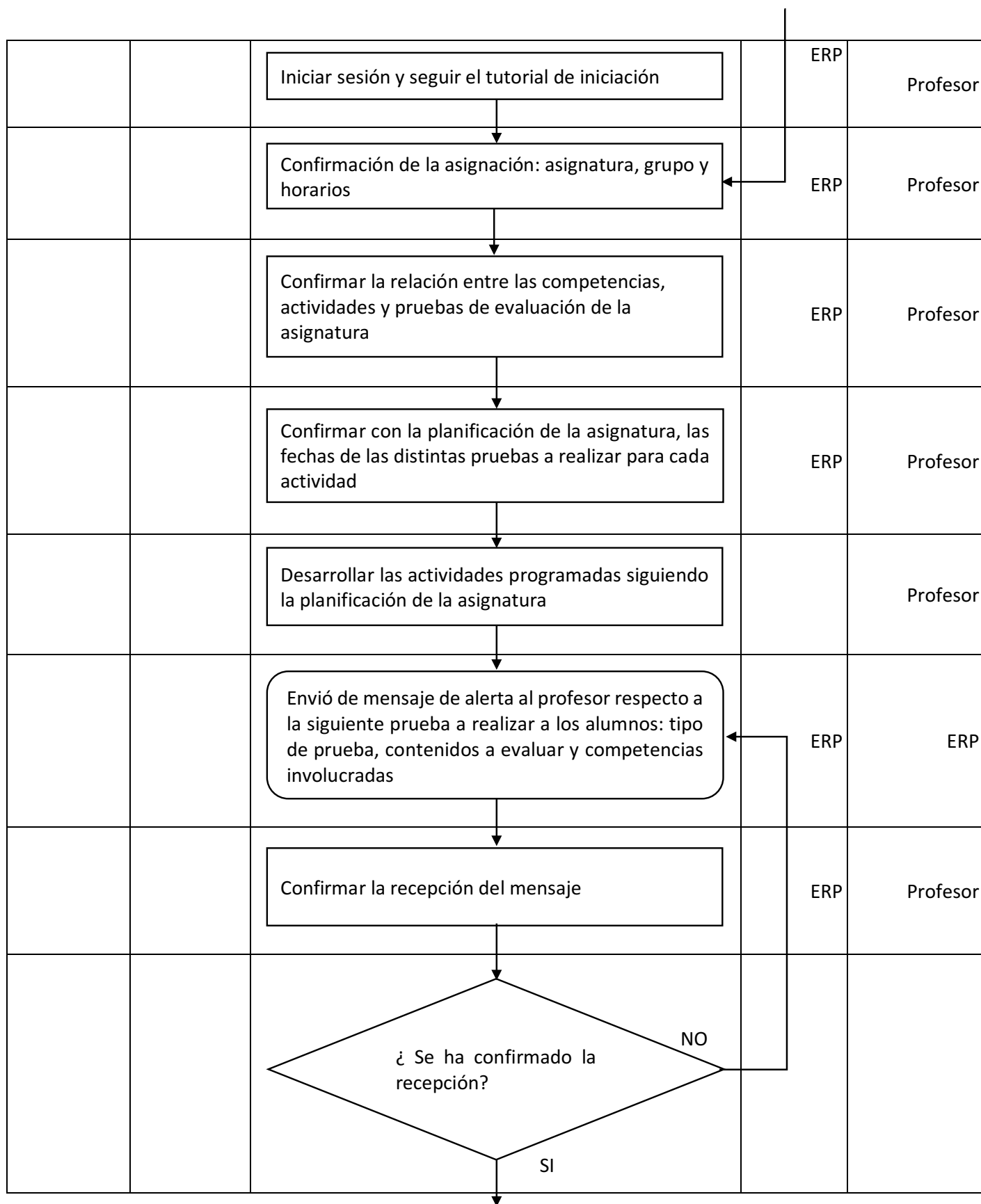


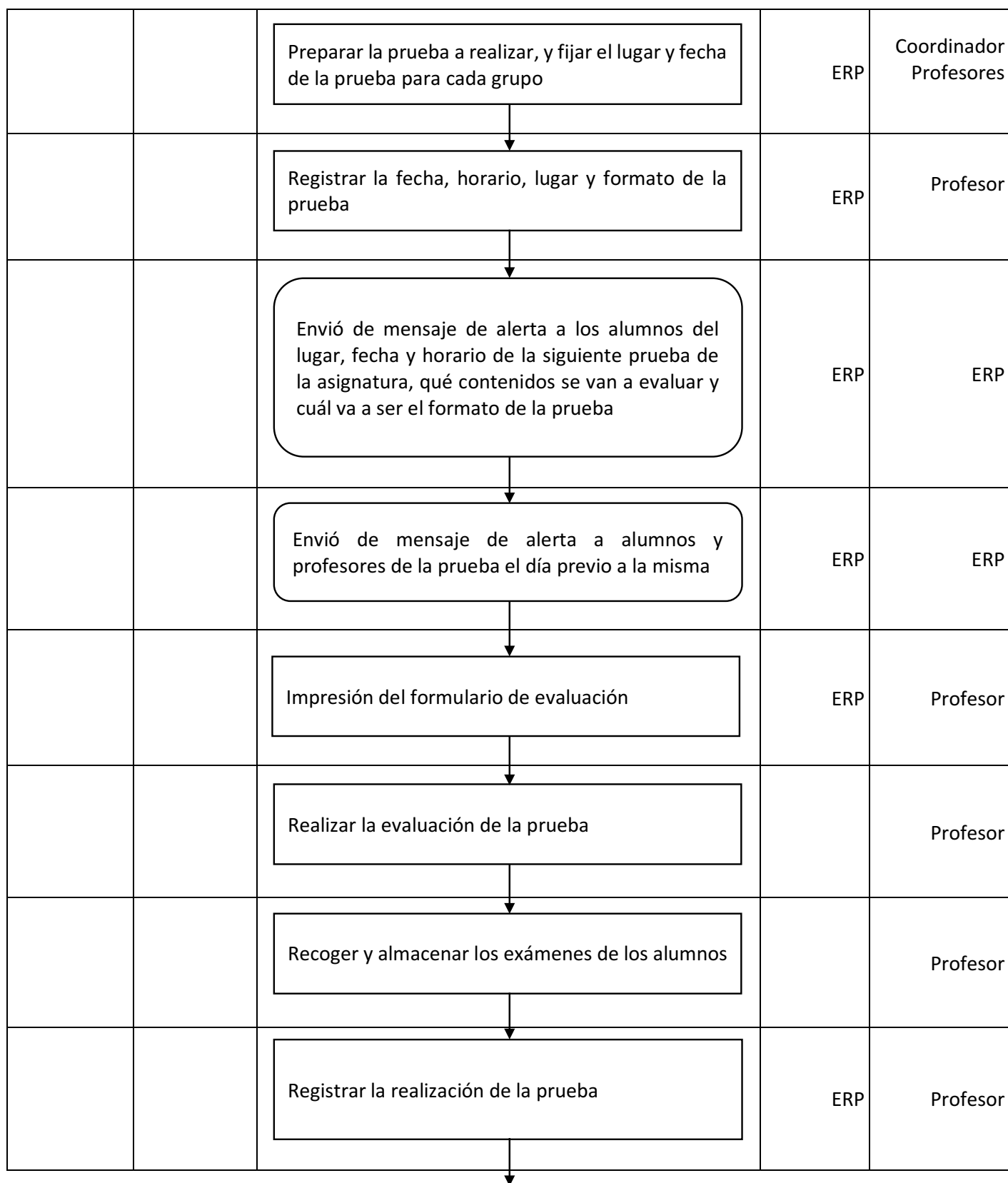
Figura 3. Diagrama de las funciones de cada tipo de usuario del ERP. Fuente: elaboración propia.

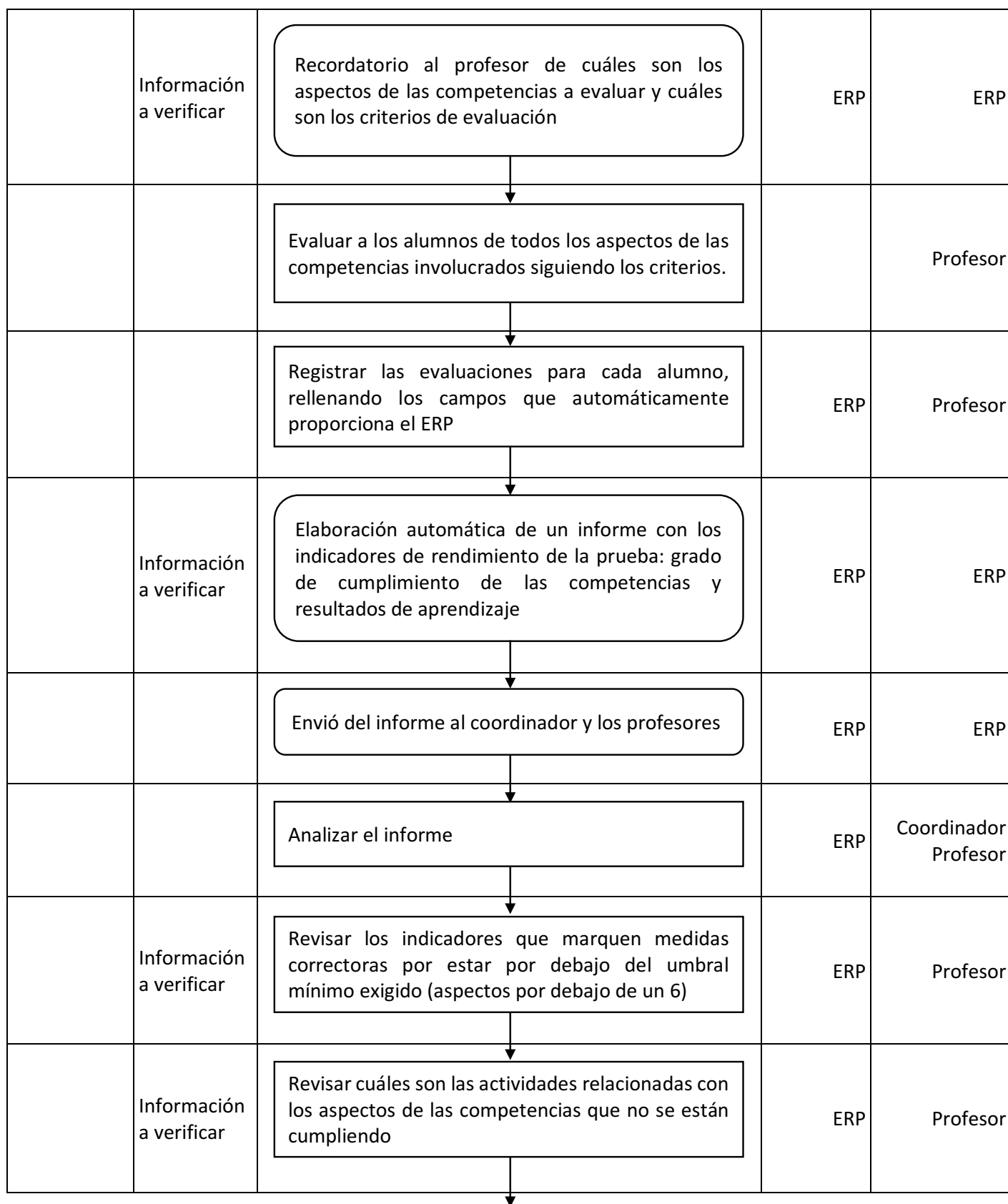
3.3 Proceso de desarrollo de una asignatura con el ERP

A continuación se ha realizado un diagrama de flujo para explicar cómo funciona el desarrollo de una asignatura conjuntamente con el programa ERP.

Proveedor	Punto de inspección	Tarea	Recurso	Participantes
		Establecer y acordar el programa de la asignatura (contenidos y resultados de aprendizaje, normas, planificación, competencias y sus aspectos, actividades, pruebas y criterios de evaluación)		Coordinador Profesores
Coordinador		Registrar todo el programa de la asignatura con la planificación incluida	ERP	Secretaría
Secretaría		Acordar y sincronizar la distribución de alumnos por grupos	ERP	Coordinador Profesores
		Acordar y registrar el calendario semanal de clases para cada grupo.	ERP	Secretaría
		Sincronizar la asignación de los profesores para cada grupo	ERP	Secretaría
		¿Tiene el profesor un perfil en el sistema ERP?		
		Crear y enviar un perfil con un usuario y clave al profesor	ERP	Administrador del ERP







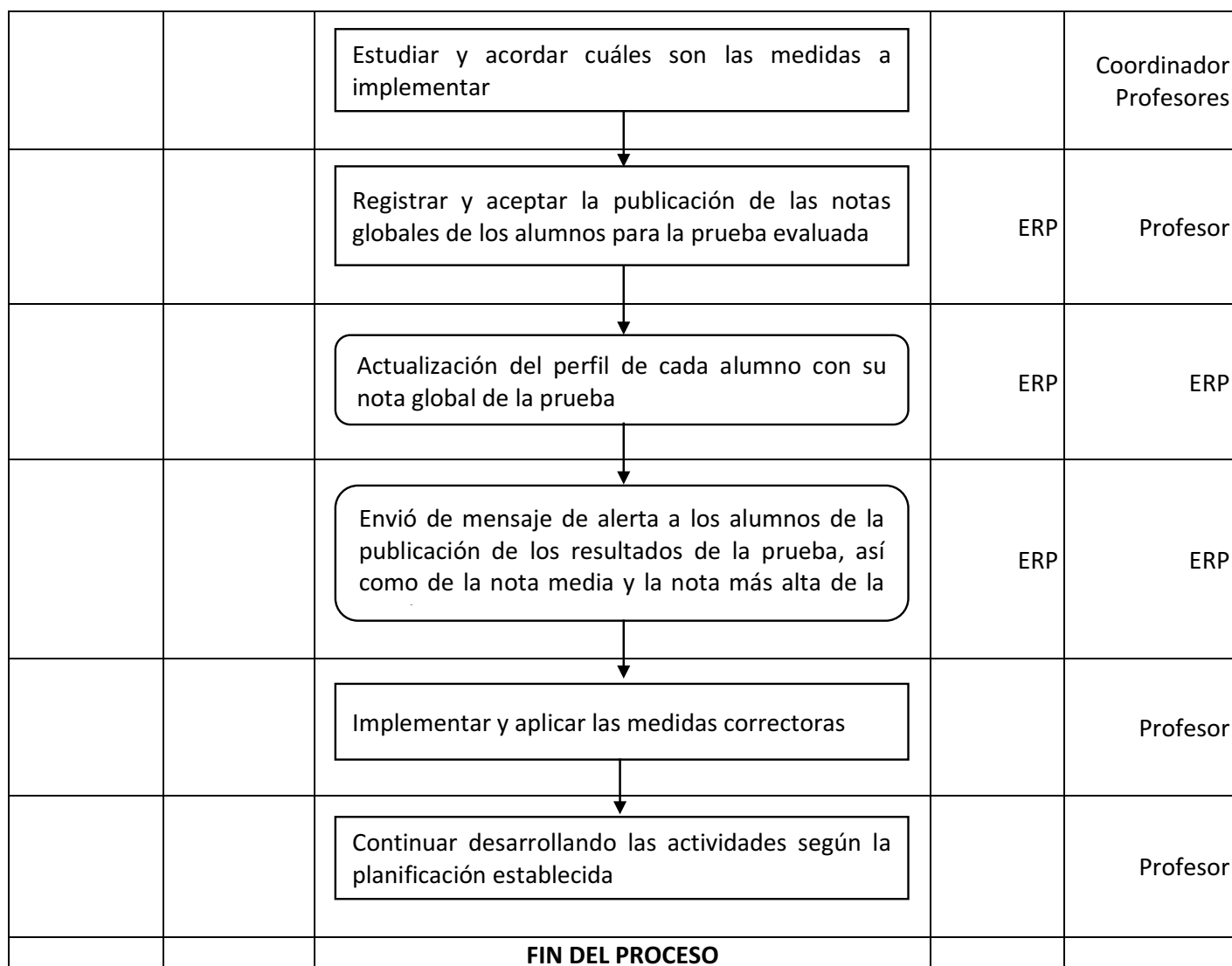


Figura 4. Diagrama de flujo del desarrollo de una asignatura. Fuente: elaboración propia.

3.4 Desarrollo de la asignatura: Álgebra y Geometría

En este apartado, se va a aplicar el diagrama de flujo anterior a una asignatura concreta, Álgebra y Geometría. La misma, es una asignatura de primer año de grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas - ICAI. Para esta asignatura,, se van a detallar y desarrollar cada paso a seguir en el flujo del proceso.

3.4.1 Programa de la asignatura

El coordinador y los profesores de una asignatura se reunirán antes del comienzo del curso para acordar cuál va a ser el programa de la asignatura. En primer lugar, se acordarán cuáles son los contenidos de la asignatura y cuáles deben ser los resultados de aprendizaje en el transcurso del curso . A continuación, se fijarán las competencias que deben adquirir los alumnos según las exigencias de la ANECA y cuáles son los aspectos de estas competencias que se deben evaluar. Para adquirir dichas competencias se propondrán una serie de actividades presenciales y no presenciales que se deberán desarrollar a lo largo del curso y que se evaluarán con pruebas de evaluación. Luego, se establecerán unos criterios de evaluación para cada prueba y unos criterios de calificación para la calificación global de la asignatura. Por último, se acordarán las normas de la asignatura y cómo va a ser la planificación del curso para desarrollar estos contenidos y actividades, y realizar las diferentes pruebas de evaluación.

Antes de todo, en las siguiente dos tablas se va a mostrar la ficha técnica de la asignatura, incluyendo los datos de la asignatura y los datos del profesorado: [ICAI15A]

Datos de la asignatura	
Nombre	Álgebra y Geometría
Código	DMA-GITI-101
Titulaciones	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales Ingeniería en Tecnologías Industriales y ADE
Curso	Primero
Cuatrimestre	Anual
Créditos ECTS	9
Carácter	Formación Básica
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Coordinador	Profesor 1

Figura 5. Tabla de los datos de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: [ICAI15C]

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Profesor 1
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	
e-mail	
Teléfono	
Horario de tutorías	Se comunicará el primer día de clase
Profesor	
Nombre	Profesor 2
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	
e-mail	
Teléfono	
Horario de tutorías	Se comunicará el primer día de clase
Profesor	
Nombre	Profesor 3
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	
e-mail	
Teléfono	
Horario de tutorías	Se comunicará el primer día de clase
Profesores de Apoyo a Prácticas	
Nombre y datos de contacto	Profesor 4
	Profesor 5

Figura 6. Tabla de los datos del profesorado de la asignatura Álgebra y Geometría.
Fuente: [ICAI15C]

Antes de realizar el programa, también se deben conocer cuáles son los datos específicos de la asignatura, es decir, cuál es la contextualización de esta asignatura en particular. En este caso, para Álgebra y Geometría, es la siguiente: [ICAI15C]

- Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, esta asignatura pretende desarrollar en los futuros graduados la capacidad de abstracción basada en el aprendizaje de los conceptos y habilidades propios del álgebra lineal y la geometría diferencial, permitiendo así solucionar problemas teóricos y aplicados en el ámbito de la ingeniería industrial.

Al finalizar el curso los alumnos conocerán las herramientas básicas del álgebra lineal como el análisis matricial y las técnicas de resolución de sistemas de ecuaciones lineales, comprenderán los conceptos de espacio vectorial y aplicación lineal, utilizando

con soltura dichos conceptos en situaciones prácticas y entendiendo los fundamentos de la teoría espectral y su aplicación en el modelado de problemas de la vida real. Asimismo los alumnos manejarán los conceptos y resultados teórico-prácticos de los espacios euclídeos y espacios afines, trabajando con las transformaciones asociadas a ellos. Conocerán los principales conceptos de curvas, calculando sus elementos característicos (curvatura, torsión, triedro de Frenet, etc.). Finalmente dominarán los conceptos básicos de superficies, así como sus principales características y los principales tipos de superficies: superficies regladas, desarrollables y de revolución.

Además los conocimientos y destrezas aquí adquiridos sentarán las bases para el aprendizaje de asignaturas que estudiarán en los cursos posteriores como son, entre otras, las Ecuaciones Diferenciales.

- Prerrequisitos

Se presuponen conocimientos matemáticos de los estudios de Bachillerato, en particular: análisis matricial, determinantes, resolución de sistemas de ecuaciones y geometría analítica en el plano y el espacio.

Tras la previa aclaración de cuáles son los datos de partida de la asignatura, en primer lugar, se van a reflejar los contenidos del curso que están divididos por bloque temáticos: [ICAI15C]

➤ Bloque 1: Álgebra Lineal y Geometría Afín

- Tema 1: Espacios vectoriales

Trabajo previo. Análisis matricial:

- Definiciones, nomenclaturas y notaciones.
- Operaciones con matrices.
- Trasposición de matrices.
- Algunos tipos de matrices cuadradas.

1.1 Definiciones y propiedades.

1.2 Sistema de vectores. Combinación lineal.

1.3 Dependencia e independencia lineal.

1.4 Propiedades de los sistemas libres y ligados.

1.5 Sistemas equivalentes.

1.6 Subespacios vectoriales: Operaciones con subespacios, sistema generador, base de un espacio vectorial, dimensión de un espacio vectorial, coordenadas de un vector en una base.

1.7 Ecuaciones de cambio de base.

- Tema 2: Sistemas de ecuaciones lineales

Trabajo previo. Determinantes:

- Definición de determinante.
- Propiedades de los determinantes.
- Cálculo práctico de determinantes.

- 2.1 Definición de sistema de ecuaciones lineales.
- 2.2 Resolución de sistemas.
- 2.3 Sistemas homogéneos.
- 2.4 Métodos numéricos para la resolución de sistemas lineales: métodos de Jacobi, de Gauss-Seidel y de relajación.
- Tema 3: Aplicaciones lineales
 - 3.1 Definiciones y propiedades.
 - 3.2 Núcleo e imagen de una aplicación lineal u homomorfismo.
 - 3.3 Matriz asociada a una aplicación lineal.
 - 3.4 Operaciones con homomorfismos y matrices relacionadas con ellos.
- Tema 4: Autovalores y autovectores. Forma canónica de Jordan
 - 4.1 Matrices semejantes. Propiedades de las matrices semejantes.
 - 4.2 Definiciones de autovalores y autovectores.
 - 4.3 Polinomio característico y espectro de una matriz.
 - 4.4 Subespacio invariante asociado a un autovalor.
 - 4.5 Propiedades de autovalores y autovectores.
 - 4.6 Forma canónica de Jordan.
 - 4.7 Potencia y exponencial de una matriz cuadrada.
 - 4.8 Métodos numéricos para el cálculo de autovalores y autovectores: métodos de la Potencia y de la Potencia Inversa.
- Tema 5: Espacio vectorial euclídeo
 - 5.1 Definición de producto escalar. Propiedades.
 - 5.2 Espacio vectorial euclídeo. Ortogonalidad.
 - 5.3 Longitud de un vector. Ángulo que forman dos vectores.
 - 5.4 Proyecciones en espacios vectoriales euclídeos.
 - 5.5 Método de los mínimos cuadrados. Ajuste de datos.
 - 5.6 Diagonalización ortogonal.
- Tema 6: Espacio afín. Transformaciones ortogonales y afines

Trabajo previo. El Espacio afín A2 y A3 :

 - Ecuaciones paramétricas e implícitas de rectas y planos.
 - Posiciones relativas de rectas y planos.
 - Perpendicular común.
 - 6.1 Definición y propiedades.
 - 6.2 Referencia afín. Coordenadas de un punto en una referencia. Ecuaciones de cambio de sistema de referencia afín.
 - 6.3 Dependencia e independencia afín.
 - 6.4 Subespacios afines. Definiciones de recta, plano e hiperplano. Geometría analítica en los espacios afines A2 y A3.
 - 6.5 Definición y propiedades de las transformaciones ortogonales.
 - 6.6 Transformaciones ortogonales en un espacio vectorial euclídeo de dimensión 1, 2 y 3.
 - 6.7 Definición y propiedades de las transformaciones afines.

6.8 Movimientos en un espacio afín de dimensión 2 y 3.

➤ Bloque 2: Geometría Diferencial

- Tema 7: Introducción a la geometría diferencial: curvas y superficies

Parte A: Curvas

7.1 Concepto de curva. Expresiones analíticas de una curva.

7.2 Puntos regulares y singulares.

7.3 Cambio de parámetro. Parámetro arco.

7.4 Triedro de Frenet. Curvatura y torsión. Ecuaciones intrínsecas.

7.5 Cálculo de las ecuaciones paramétricas de una curva plana a partir de su curvatura.

7.6 Evolventes y evolutas.

7.7 Hélices.

Parte B: Superficies

7.8 Concepto de superficie. Expresiones analíticas de una superficie.

7.9 Algunas superficies importantes.

7.10 Superficies de revolución.

7.11 Superficies regladas.

7.12 Superficies desarrollables.

7.13 Puntos regulares y singulares.

7.14 Cambio de parámetro.

7.15 Plano tangente y recta normal a una superficie en un punto regular.

7.16 Curvas sobre superficies.

➤ Bloque 3: Prácticas de Laboratorio

1. Introducción al programa Maxima. Matrices y determinantes.
2. Resolución de problemas en espacios vectoriales.
3. Métodos numéricos para la resolución de sistemas lineales: métodos de Jacobi, de Gauss-Seidel y de relajación.
4. Modelado de problemas matemáticos de aplicaciones lineales.
5. Métodos numéricos para el cálculo de autovalores y autovectores: métodos de la Potencia y de la Potencia Inversa. Ajuste de Datos.
6. Espacio vectorial euclídeo.
7. Transformaciones ortogonales y afines. Problemas geométricos en A2 y A3.

Al lo largo curso, los alumnos deben haber adquirido una serie de habilidades y conocimientos tras la enseñanza de los contenidos anteriores. Estos resultados de aprendizaje son los siguientes: [ICAI15C]

- RA1. Conocer las herramientas básicas del álgebra lineal como el análisis matricial y su aplicación a la discusión y resolución de sistemas de ecuaciones lineales.

- RA2. Saber calcular el determinante de una matriz cuadrada, reconocer sus propiedades y su aplicación al cálculo de la inversa de una matriz regular y al cálculo del rango de una matriz.
- RA3. Analizar si un vector se puede expresar como combinación lineal de otros vectores dados y estudiar si los vectores de una familia dada son linealmente independientes entre sí.
- RA4. Obtener una base de un espacio vectorial. Saber calcular las coordenadas de un vector respecto de una base dada y las ecuaciones paramétricas e implícitas de un subespacio en dicha base. Obtener la suma e intersección de dos subespacios. Conocer las ecuaciones de cambio de base.
- RA5. Reconocer las aplicaciones lineales. Saber calcular el núcleo y la imagen de una aplicación lineal. Calcular la matriz de una aplicación lineal respecto de dos bases dadas.
- RA6. Calcular los autovalores y autovectores de una matriz cuadrada y obtener una forma canónica de Jordan de dicha matriz.
- RA7. Comprobar que una aplicación es un producto escalar. Calcular la matriz de un producto escalar en una base. Hallar el módulo de un vector y el ángulo que forman dos vectores. Saber si dos subespacios son ortogonales y obtener el subespacio ortogonal suplementario a uno dado. Calcular una base ortonormal de un espacio vectorial euclídeo.
- RA8. Hallar la proyección ortogonal de un vector sobre un subespacio. Calcular la matriz proyección, aplicando correctamente sus propiedades.
- RA9. Reconocer si una matriz dada es ortogonal y diagonalizar ortogonalmente matrices simétricas.
- RA10. Conocer la estructura de espacio afín y calcular las coordenadas de un punto en una referencia afín. Entender el concepto de subespacio afín y hallar las ecuaciones de un subespacio afín en una referencia dada.
- RA11. Demostrar que una aplicación es una transformación ortogonal. Calcular la matriz de una transformación ortogonal y clasificarla. Demostrar que una aplicación es un movimiento y clasificarlo calculando su matriz.
- RA12. Comprender el concepto de curva y manejar sus expresiones analíticas. Hallar los puntos regulares y singulares de una curva y su longitud, así como manejar diferentes parametrizaciones de una curva (parámetro arco). Calcular los elementos del Triedro de Frenet, así como la curvatura y torsión en un punto regular de la curva y hallar el centro, el radio de curvatura y el círculo osculador de una curva en un punto regular.
- RA13. Comprender el concepto de superficie y sus expresiones analíticas. Manejar con soltura las superficies regladas desarrollables: cilindro, cono y desarrollable

tangencial y las superficies regladas no desarrollables como por ejemplo los conoides.

- RA14. Calcular los puntos regulares y singulares de una superficie. Hallar el plano tangente en un punto regular.
- RA15. Utilizar una plataforma virtual educativa y programas informáticos de aplicación a la Geometría o al Álgebra Lineal.

Como se ha citado anteriormente, los resultados de aprendizaje y los contenidos de la asignatura guardan una relación. En el siguiente cuadro, se puede observar esta relación: [ICAI15C]

RA1	• Tema 1: Espacios vectoriales • Tema 2: Sistemas de ecuaciones lineales
RA2	• Tema 1: Espacios vectoriales • Tema 2: Sistemas de ecuaciones lineales
RA3	• Tema 1: Espacios vectoriales
RA4	• Tema 1: Espacios vectoriales
RA5	• Tema 3: Aplicaciones Lineales
RA6	• Tema 4: Autovalores y autovectores. Forma canónica de Jordan
RA7	• Tema 5: Espacio vectorial euclideo
RA8	• Tema 5: Espacio vectorial euclideo
RA9	• Tema 5: Espacio vectorial euclideo
RA10	• Tema 6: Espacio afín. Transformaciones ortogonales y afines
RA11	• Tema 6: Espacio afín. Transformaciones ortogonales y afines
RA12	• Tema 7: Introducción a la geometría diferencial: curvas y superficies. Parte A: Curvas
RA13	• Tema 7: Introducción a la geometría diferencial: curvas y superficies. Parte B: Superficies
RA14	• Tema 7: Introducción a la geometría diferencial: curvas y superficies. Parte B: Superficies
RA15	• Bloque 3: Prácticas de laboratorio

Figura 7. Relación entre los resultados de aprendizaje y los contenidos de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se van a indicar las competencias que se pretenden y que se deben adquirir a lo largo de esta asignatura según las exigencias de la ANECA, y cuáles

son los aspectos que deberán evaluar de cada una de ellas. Estas son las siguientes:[ICAI15C]

- Competencias Generales

- *CG3. “Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.”*

Para esta competencias, los aspectos a evaluar elegidos son:

- Aprendizaje de conocimientos básicos
 - Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías
 - Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- *CG4. “Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.”*

Para esta competencia, los aspectos a evaluar elegidos son:

- Capacidad de resolución de problemas
- Capacidad para tomar decisiones
- Capacidad de razonamiento crítico
- Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial

- Competencias de Formación Básica

- *CFB1. “Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.”*

Las anteriores competencias eran generales del grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Esta última competencia, CFB1, es más específica y está enfocada a esta asignatura en particular. Por lo que se van a generalizar los aspectos a valorar para que sean aplicables a otras asignaturas. Para esta competencia, los aspectos a evaluar elegidos son:

- Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería

- Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura

Se ha hecho una división de cada competencia en diferentes aspectos que conjuntamente forman dicha competencia.. Por lo que, si se cumplen estos aspectos se habrá cumplido la competencia. Esta división queda mejor reflejada en el siguiente cuadro: [ICAI15C]

CG3	• Aprendizaje de conocimientos básicos • Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
CG4	• Capacidad de resolución de problemas • Capacidad para tomar decisiones • Capacidad de razonamiento crítico • Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial
CFB1	• Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería • Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura

Figura 8. División de las competencias de la asignatura Álgebra y Geometría en los diferentes aspectos que forman dichas competencias. Fuente: elaboración propia.

Ahora, se van a incluir la metodología docente de la asignatura, la cual consta de actividades presenciales y no presenciales, y cada una de ellas cubre una o varias de las competencias requeridas: [ICAI15C]

- Actividades Presenciales:
 - *Clase magistral y presentaciones generales* (34 horas; 100% presencial): El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema, incidiendo en lo más importante y resolviendo a continuación una serie de problemas tipo, con los que el alumno aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y se iniciará, adquiriendo habilidad y soltura, en la resolución de problemas del

tema. (Incluidas 2 horas de evaluación por Pruebas Cortas)

- *Resolución en clase de problemas prácticos* (48 horas; 100% presencial): En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas de cada tema análogos a los resueltos en las lecciones expositivas y también otros de mayor complejidad, previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno. (Incluidas 6 horas de evaluación por Intercuatrimestrales).
- *Sesiones prácticas* (8 horas; 100% presencial). Se realizarán en grupos. En ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, resolviendo problemas prácticos con ayuda del ordenador. (Incluida 1 hora de evaluación por Prácticas).
- Actividades no Presenciales: El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas.
 - *Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno* (60 horas; 0% presencial): Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.
 - *Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno* (100 horas; 0% presencial): Resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno.
 - *Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno* (20 horas; 0% presencial).

Las competencias y la metodología de enseñanza y actividades propuestas por la asignatura están interconectadas. En el siguiente cuadro, se detalla la relación entre las competencias y actividades anteriormente citadas. [ICAI15C]

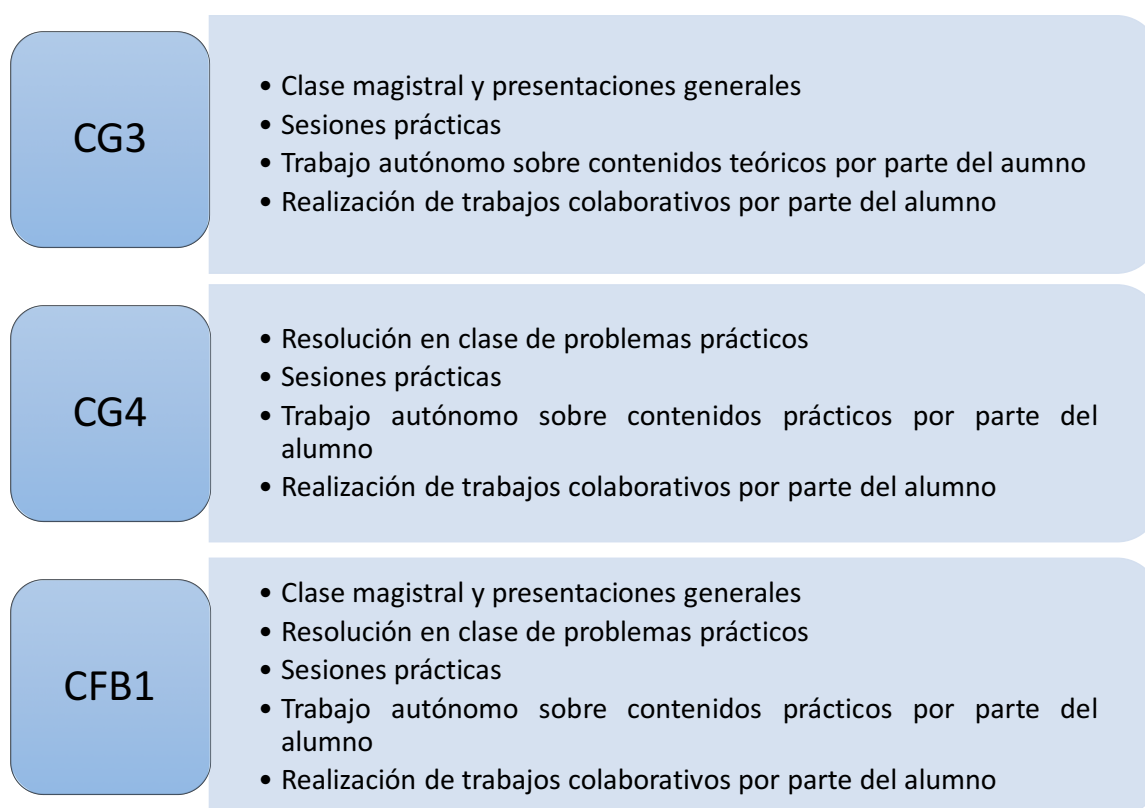


Figura 9. Relación entre las competencias y las actividades de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: elaboración propia.

Las anteriores competencias y resultados de aprendizaje son evaluadas con una serie de pruebas que se van realizando a lo largo del curso y tienen un peso diferente en la calificación final de la asignatura. Las mismas recogen la evaluación de distintos contenidos de la asignatura con el objetivo de que al final del curso se hayan evaluado todos y cada uno de estos contenidos, lo cual se asegura con una prueba final. Estas pruebas pertenecen a la metodología de la asignatura, ya que cada prueba está relacionada con diferentes actividades. Además, cada prueba tiene unos criterios de evaluación diferentes a los de las competencias, con los cuales el profesor asignará una nota global de la prueba al alumno.

A continuación, para la asignatura que se está estudiando, se listan las diferentes pruebas con sus diferentes pesos en la calificación global y sus correspondientes criterios de evaluación: [ICA15C]

- Evaluación del rendimiento
 - *Pruebas de Seguimiento (PC)*: peso del 15%. Son pruebas cortas que se realizarán al final de cada capítulo o grupo de capítulos para evaluar la evolución y aprovechamiento del trabajo realizado por el alumno.

Para esta prueba, los criterios de evaluación son:

- Comprensión de conceptos
 - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas
 - Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.
- *Control de Prácticas (PO)*: peso del 10%. Es una prueba por ordenador que evaluará la realización de prácticas correspondientes a las sesiones con ordenador.

Para esta prueba, los criterios de evaluación son:

- Dominio en la resolución de problemas con ayuda del ordenador y software específico
- Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador
- Capacidad de trabajo en grupo
- Presentación y comunicación escrita

- Realización de exámenes

- *Exámenes Intercuatrimestrales (I)*: peso del 25%. Se hará a mitad de cada cuatrimestre.

Para esta prueba, los criterios de evaluación son:

- Comprensión de conceptos
- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas
- Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.
- Presentación y comunicación escrita

- *Examen Parcial y Final (E)*: peso del 50%. Se hará al final de cada cuatrimestre.

Para esta prueba, los criterios de evaluación son:

- Comprensión de conceptos
- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas
- Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas
- Presentación y comunicación escrita

Los criterios de evaluación para las distintas pruebas que se van a realizar a lo largo del curso se pueden observar mejor en el siguiente cuadro: [ICAI15C]

Pruebas de seguimiento	• Comprensión de conceptos • Aplicación de conceptos a la resolución de problemas • Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en la resolución problemas
Control de prácticas	• Dominio en la resolución de problemas con ayuda del ordenador y software específico • Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en los problemas resueltos con ordenador • Capacidad de trabajo en grupo • Presentación y comunicación escrita
Exámen Intercuatrimestral	• Comprensión de conceptos • Aplicación de conceptos a la resolución de problemas • Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en la resolución problemas • Presentación y comunicación escrita
Exámen Final	• Comprensión de conceptos • Aplicación de conceptos a la resolución de problemas • Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en la resolución problemas • Presentación y comunicación escrita

Figura 10. Relación entre las pruebas de evaluación y los criterios de evaluación de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: elaboración propia.

Para calcular la nota global del alumno en la asignatura es necesario un sistema de calificación detallado específico de la asignatura. Para Álgebra y Geometría el acordado fue el siguiente: [ICAI15C]

1. Evaluación del primer cuatrimestre

La evaluación del primer cuatrimestre se compondrá de cuatro notas: tres de ellas correspondientes a calificaciones de evaluación continua a lo largo del cuatrimestre (PC1, PO1, I1) y una correspondiente a la nota obtenida en el examen final de cuatrimestre (E1).

- Nota PC1 (sobre 10 puntos): nota media obtenida por el alumno en todas las pruebas cortas realizadas durante el cuatrimestre.
- Nota PO1 (sobre 10 puntos): nota obtenida por el alumno en la prueba final de prácticas que se debe realizar en el primer cuatrimestre.

- Nota I1 (sobre 10 puntos): nota obtenida por el alumno en el examen intercuatrimestral del primer cuatrimestre.
- Nota E1 (sobre 10 puntos): nota obtenida por el alumno en el examen parcial del primer cuatrimestre.

Si la nota E1 es mayor o igual que 4, la calificación S1 del primer cuatrimestre será la nota máxima entre

$$C1=(0.15*PC1)+(0.10*PO1)+(0.25*I1)+(0.50*E1) \text{ y } F1=0.80*E1$$

siendo S1=E1 la nota asignada en el primer cuatrimestre en caso contrario.

2. Evaluación en la convocatoria ordinaria

- Si la nota S1 ≥ 4 , el alumno puede optar entre:
 - a) Obtener en el segundo cuatrimestre una nota S2, por un procedimiento análogo a la evaluación del primer cuatrimestre, que será por tanto el máximo entre

$$C2=(0.15*PC2)+(0.10*PO2)+(0.25*I2)+(0.50*E2) \text{ y } F2=0.80*E2$$

siendo PC2 la media de las notas de las pruebas cortas del segundo cuatrimestre, PO2 la nota obtenida por el alumno en la prueba de prácticas del segundo cuatrimestre, I2 la nota obtenida por el alumno en el examen intercuatrimestral del segundo cuatrimestre y E2 la nota obtenida en el examen parcial del segundo cuatrimestre, (S2=E2 si E2 es menor que 4). En este caso el examen abarcará únicamente la materia impartida en el segundo cuatrimestre. La asignatura se aprueba si la media aritmética NS=0.5*(S1+S2) es mayor o igual que 5 y S2 $\geq$ 4, siendo NS la calificación del alumno en la asignatura. En caso contrario, si NS<5 ó S2<4 se suspende la asignatura en la convocatoria ordinaria con calificación NS si NS<4, ó 4 si NS $\geq$ 4.

- b) Hacer un examen final de toda la asignatura. En este caso la nota final de la asignatura NF en la convocatoria ordinaria será también el máximo entre

$$C3=(0.15*PC2)+(0.10*PO2)+(0.25*I2)+(0.50*EF) \text{ y } F3=0.80*EF$$

siendo PC2 la media de las notas de las pruebas cortas del segundo cuatrimestre, PO2 la nota obtenida por el alumno en el control de prácticas del segundo cuatrimestre, I2 la nota obtenida por el alumno en el examen intercuatrimestral del segundo cuatrimestre y EF la nota obtenida en el examen final de la asignatura, (siendo también NF=EF si EF es menor que 4). En este caso el examen abarcará la materia de toda la asignatura. La asignatura se aprueba si NF $\geq$ 5, suspendiendo la asignatura en caso contrario.

- Si la nota S1<4, el alumno estará obligado a realizar un examen final de la

asignatura y la evaluación será análoga a la del punto i. apartado b).

3. Evaluación de la convocatoria extraordinaria

Si la nota EJ del examen de dicha convocatoria (que abarcará toda la materia desarrollada en el curso) es menor que 4, la calificación de la asignatura será EJ. En caso contrario, la calificación del alumno en la convocatoria extraordinaria, será la puntuación máxima entre la nota obtenida en el examen correspondiente a dicha convocatoria (EJ) y la nota obtenida al considerar el 50% de la mejor evaluación continua y el 50% de la calificación EJ, es decir, la mejor de las calificaciones

$$J1=(0.15*PC1)+(0.10*PO1)+(0.25*I1)+(0.50*EJ)$$

$$J2=(0.15*PC2)+(0.10*PO2)+(0.25*I2)+(0.50*EJ)$$

EJ

La asignatura se aprueba en esta convocatoria si dicha calificación es mayor o igual que 5.

Como hemos mencionado anteriormente, las pruebas de evaluación y las actividades propuestas están relacionadas. En el siguiente cuadro, se refleja esta relación: [ICAI15C]

Pruebas de Seguimiento	• Clase magistral y presentaciones generales • Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno
Control de Prácticas	• Sesiones prácticas • Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno
Exámen Intercuatrimestral	• Resolución en clase de problemas prácticos • Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno
Exámen Final	• Clase magistral y presentaciones generales • Resolución en clase de problemas prácticos • Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno • Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno

Figura 11. Relación entre las pruebas de evaluación y las actividades propuestas de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: elaboración propia.

De esta última relación, se genera otra relación directa entre las pruebas de evaluación y las competencias que se evalúan. En el siguiente cuadro, se detalla dicha relación: [ICAI15C]

Pruebas de Seguimiento	• Competencia General 3 • Competencia de Formación Básica 1
Control de Prácticas	• Competencia General 3 • Competencia General 4 • Competencia de Formación Básica 1
Exámen Intercuatrimestral	• Competencia General 4 • Competencia de Formación Básica 1
Exámen Final	• Competencia General 3 • Competencia General 4 • Competencia de Formación Básica 1

Figura 12. Relación entre las pruebas de evaluación y las competencias a evaluar en dichas pruebas para la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: elaboración propia.

En una asignatura, también hacen falta acordar una serie de normas que los alumnos deberán leer y cumplir. En nuestro caso, estas son las siguientes: [ICAI15C]

- Los exámenes intercuatrimestrales de la asignatura no liberarán materia.
- La falta de asistencia a lo largo de todo el curso, a más de un 15% de las horas lectiva de la asignatura (14 faltas de asistencia), podrá implicar para el alumno la pérdida del derecho a examinarse de la asignatura en la convocatoria ordinaria de dicho curso académico (cf. Artículo 93o. Escolaridad, del Reglamento General de la Universidad, Normas Académicas ETSI-ICAI).
- El alumno que cometa alguna irregularidad en la realización de cualquier prueba evaluable, será calificado con Suspenso (0) en dicha prueba y se le iniciará un proceso sancionador de acuerdo con el Artículo 168o. Infracciones y sanciones del alumnado, del Reglamento General de la Universidad.

- En ningún examen de la asignatura se permitirá el uso de libros, ni de apuntes de clase. Particularmente en los exámenes intercuatrimestrales, finales y de prácticas el alumno podrá disponer de una hoja resumen, escrita por ambas caras, confeccionada por él, tamaño DIN A4 y de color vistoso, en la que podrá incluir cualquier resultado teórico de la asignatura (teoremas, fórmulas, esquemas, procedimientos, etc.) pero nunca podrá contener problemas resueltos, ni ejemplos prácticos.

Por último, es necesaria una planificación de la asignatura. Ya que esta ayudará a poder cumplir con los objetivos de enseñanza de los contenidos por parte de los profesores y a que estos se puedan organizar. Además es necesario informar a los alumnos de cómo va a transcurrir el desarrollo del curso y cuáles son las diferentes actividades y pruebas que se van a realizar, para que estos se puedan organizar y estar preparados. La planificación de esta asignatura se detalla en el siguiente cuadro: [ICAI15C]

Actividades presenciales y no presenciales, y pruebas de evaluación	Fecha de realización	Fecha de entrega
• Pruebas de evaluación del rendimiento	Semanas 5, 12, 20 y 27	
• Exámenes Intercuatrimestrales y Exámenes Finales	Semanas 7 y 23 y periodos de exámenes ordinarios	
• Prácticas de laboratorio	Semanas 4, 6, 9, 11, 19, 21 y 25	
• Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el libro de texto	Después de cada clase	
• Resolución de los problemas propuestos	Semanalmente	
• Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase	Semanas 5, 12, 20 y 27	
• Preparación de exámenes intercuatrimestrales, parciales y final	Octubre, diciembre, febrero y mayo	
• Preparación de los exámenes de prácticas		Semanas 13 y 28

Figura 13. Planificación de las actividades y pruebas de evaluación de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: [ICAI15C]

Para ver el Cronograma completo de la asignatura, ir a la *Tabla 6.1.1* de las *Tablas auxiliares de la asignatura Álgebra y Geometría* en los *Anexos*.

Para ver el *Resumen de horas de trabajo del alumno*, ir a la *Tabla 6.1.2* de las *Tablas auxiliares de la asignatura Álgebra y Geometría de la asignatura* en los *Anexos*.

Para ver los *Bibliografía y Recursos* de la asignatura, ir a la *Tabla 6.1.3* de las *Tablas auxiliares de la asignatura Álgebra y Geometría* en los *Anexos*.

3.4.2 Registro del programa de la asignatura

Una vez que el coordinador y profesores de la asignatura han finalizado el programa de la asignatura, el coordinador debe enviar el programa completo a secretaría incluyendo los datos de los profesores que van a impartir esta asignatura. Es muy importante, que también se proporcione a Secretaría cómo se relacionan las competencias y actividades, y estas últimas con las pruebas de evaluación. Entonces, secretaría procederá a registrar toda la información del programa en el sistema ERP, programa que será accesible tanto para alumnos como profesores.

3.4.3 Distribución de alumnos por grupos

El coordinador y los profesores deberían haber recibido por parte de Secretaría la lista de alumnos que van a entrar a cursar el grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Con esta lista, el coordinador y los profesores pueden acordar cuál va a ser la distribución de los alumnos por grupos y el coordinador sincronizará esta distribución con el sistema ERP.

3.4.4 Calendario semanal de clases

Después de acordar la distribución de alumnos, Secretaría debe acordar y realizar el calendario académico de clases para cada grupo. Una vez finalizado, Secretaría debe registrar todos los calendarios en el programa ERP.

3.4.5 Asignación de un profesor a cada grupo

Secretaría puede encontrar registrado en el ERP el calendario de clases de todos los cursos y grupos del grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, así como los otros grados y Masters de Ingeniería que se ofrecen en ICAI. Además, también dispone del programa de todas las asignaturas y profesores que imparten estas asignaturas. Con todo esta información, Secretaría debe asignar a cada profesor el/los grupo/s a el/los que va a impartir cada una de las asignaturas que imparte el profesor. Una vez Secretaría

ha terminado de cuadrar los horarios de cada profesor, debe sincronizar esta información en el sistema ERP.

3.4.6 Perfil en el sistema ERP

El administrador del ERP debe haber creado un perfil de usuario del sistema ERP para cada profesor de ICAI y enviárselo antes del comienzo del curso. Cuando el profesor reciba su nombre de usuario con su clave, deberá iniciar sesión en el sistema de ERP, reestablecer su clave y seguir el tutorial de iniciación para familiarizarse con el sistema.

3.4.7 Confirmación de la asignación

Cada profesor deberá confirmar en el sistema, a través de sus perfiles de usuario, la asignación que se ha realizado de las asignaturas que va a impartir, a qué grupos de alumnos va a impartir estas asignaturas y cuál va a ser su horario de clases semanales. En caso, de que haya algún problema con esta asignación, el profesor deberá contactar con secretaría para poder solucionarlo.

3.4.8 Confirmación de la relación entre las competencias, actividades y pruebas de evaluación

Cada profesor deberá confirmar en el sistema la relación entre las competencias que deben adquirir los alumnos y las actividades acordadas para la asignatura. Del mismo modo, deberá confirmar la relación entre las actividades propuestas y sus correspondientes pruebas de evaluación. El sistema ERP relacionará automáticamente que competencias se van a evaluar en cada prueba de evaluación.

3.4.9 Confirmación de las fechas de las pruebas de evaluación

Cada profesor deberá confirmar las fechas (aproximadas), siguiendo la planificación de la asignatura acordada, de la realización de las distintas pruebas de evaluación a lo largo del curso.

3.4.10 Desarrollo de las actividades programadas

Desde el comienzo del curso, el profesor deberá seguir la planificación de la asignatura, impartiendo los contenidos y desarrollando las actividades con la planificación acordada.

3.4.11 Confirmación de la siguiente prueba a realizar

Dos semanas antes de la realización de una prueba planificada, el sistema ERP enviará al coordinador y los profesores de la asignatura, un mensaje de alerta en el que se especificará la información acerca de la prueba: de qué tipo se trata, entre qué fechas está prevista realizarla, qué contenidos se van a evaluar y qué competencias están involucradas en la misma. El profesor deberá confirmar la recepción del mensaje en los próximos dos días a la recepción del mismo. Sino, el sistema le enviará automáticamente de nuevo el mismo mensaje hasta la confirmación del mismo.

3.4.12 Preparación de la prueba

El coordinador y los profesores deberán preparar la prueba con la que van a evaluar a los alumnos de la asignatura teniendo en cuenta cuáles son los resultados de aprendizaje alumno para los contenidos que se están evaluando que se quiere que alcancen los alumnos. Acordarán cuál va a ser el formato de la prueba (tipo test, resolución de problemas, cuestiones teóricas...) y procederán a desarrollar las cuestiones/ejercicios que se van a plantear a los alumnos. Al mismo tiempo, deben acordar y fijar la fecha, hora, duración y lugar de la prueba para cada grupo de alumnos. En determinados casos, sin variar el formato y contenidos, la prueba podrá ser diferente para cada grupo de alumnos debido a la distinta fecha y horario de realización de la misma. Del mismo modo, para un mismo grupo podrá haber varios modelos de la prueba.

3.4.13 Fecha, horario, lugar y formato de la prueba

Cada profesor deberá registrar en el sistema el día, hora, duración y lugar de la prueba específico para su grupo de alumnos. Igualmente, deberá proporcionar cuál va a ser el formato de la prueba ya preparada y qué material se permite utilizar en la prueba.

3.4.14 Comunicado a los alumnos de la siguiente prueba de la que se van a examinar

Una vez se haya registrado la fecha y lugar de la prueba, el sistema enviará automáticamente a los alumnos un mensaje con toda la información de la siguiente prueba de la que se van a examinar: fecha, horario y lugar de la prueba, qué contenidos se van a evaluar y cuál es el formato de la prueba.

3.4.15 Comunicado el día previo a la prueba

El día previo a la prueba el sistema enviará automáticamente un mensaje de alerta a alumnos y profesores de la asignatura con toda la información acerca de la prueba, y cuál será la hora y lugar de la prueba particular de cada uno.

3.4.16 Impresión del formulario de evaluación

El mismo día o día previo a la prueba, el profesor deberá imprimir a través del sistema ERP el formulario de evaluación para cada alumno de la prueba específica que se va a evaluar. Este formulario será al mismo tiempo la portada de la prueba. El ERP generará este formulario/portada que contendrá entre otros un código de barras, el tipo y número de prueba, el nombre y clave del profesor, el grupo, el nombre y clave del alumno (ya que habrá un formulario para cada alumno), y por último las competencias y aspectos correspondientes deberá evaluar el profesor. Los datos de la fecha, lugar, horario, formato y material de la prueba también estarán incorporados, ya que fueron registrados semanas antes por el profesor. Más adelante, se mostrará un ejemplo de este formulario.

3.4.17 Realización de la prueba

El día de la prueba, a la hora y lugar indicadas, cada grupo de alumnos realizará la evaluación de la prueba con sus respectivos profesores. Los alumnos deberán confirmar que tienen el examen que les corresponde, y que su nombre y clave son correctos.

3.4.18 Recolección y almacenamiento de los exámenes

Una vez finalizada la prueba a la hora prevista, cada profesor recogerá los exámenes de su grupo de alumnos y procederá a almacenarlos para su futura evaluación.

3.4.19 Registro de la realización de la prueba

Una vez almacenados los exámenes, cada profesor deberá registrar en el sistema que se ha completado la realización de la prueba para el grupo al que imparte clase.

3.4.20 Revisión de los aspectos de las competencias y los criterios de evaluación

Automáticamente, tras el registro de la realización de la prueba, el ERP enviará a los profesores un recordatorio de cuáles son los aspectos de las competencias a evaluar y cuáles son los criterios de evaluación para dicha prueba.

Por ejemplo, en una Prueba de Seguimiento, se evalúan las actividades:

- Clase magistral y presentaciones generales
- Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno

La primera actividad aborda las competencias (CG3 y CFB1) y la segunda actividad solo la competencia CG3. Por lo tanto, dada la combinación de las competencias que están involucradas, los aspectos a evaluar en este caso serán:

- Aprendizaje de conocimientos básicos
- Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería
- Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura

El profesor deberá evaluar cada uno de estos aspectos con un número entero en una escala de 0 a 10 de forma global en el conjunto de la prueba para cada alumno.

Por otro lado, el profesor también deberá dar una nota global al rendimiento de la prueba para cada alumno, evaluando cada ejercicio o cuestión planteado en la prueba. Igualmente, esta calificación se dará en una escala de 0 a 10, pero en este caso los criterios a seguir son diferentes. Siguiendo con el ejemplo de la Prueba de Seguimiento, los criterios de evaluación para asignar una nota global de la prueba son:

- Comprensión de conceptos
- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas
- Análisis y la evaluación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.

3.4.21 Evaluación a los alumnos

El profesor, una vez revisados los criterios de evaluación específicos de la prueba, procederá a evaluar uno por uno a todos los alumnos de su grupo. Les evaluará tanto

de los aspectos de las competencias involucradas como del rendimiento global de la prueba.

El profesor, simplemente, deberá rellenar el formulario de evaluación (que se imprimió antes de la prueba) para cada alumno. Las competencias y aspectos que debe evaluar ya están incorporadas en el formulario. Igualmente, el formulario tendrá instrucciones de cómo deber ser rellenado, pero será de tal forma que se pueda escanear y ser leído por el sistema ERP. Como se ha dicho anteriormente, las evaluaciones se harán en una escala de 0 a 10.

3.4.22 Escaneo de los formularios de evaluación

Una vez que el profesor haya evaluado a todos sus alumnos, procederá a registrar estas evaluaciones en el sistema ERP. Únicamente, deberá escanear los formularios de evaluaciones del grupo de alumnos al que ha evaluado.. El ERP leerá cada formulario, el cual además tendrá un código de barras, por lo que sabrá automáticamente de qué alumno (con su nombre y clave) se trata, la asignatura, el curso y grupo, el tipo y número de prueba y el nombre y clave del profesor responsable. Este sistema de escaneo es similar al código VIDI, utilizado para las pruebas tipo test. Por lo que el ERP será capaz de leer y registrar todas las evaluaciones para cada alumno.

El formulario de evaluación base a rellenar sería diseñado por el administrador del ERP. Un ejemplo genérico de formulario a rellenar se mostrará en la siguiente sección *Resultados*.

3.4.23 Elaboración del informe

Una vez se haya completado el registro de todas las evaluaciones de un grupo, es decir, que se hayan escaneado y leído por el sistema ERP todos los formularios de evaluación, el sistema generará de forma automática un informe de la prueba con los indicadores correspondientes. Estos indicadores reflejarán el grado de cumplimiento de los aspectos de las competencias y el grado de cumplimiento de los resultados de aprendizaje para los contenidos que se están evaluando.

En el caso de las competencias, los indicadores de los aspectos estarán basados en la nota media del grupo para cada aspecto, pudiendo reflejar lo siguiente:

- Si la nota media está entre 0 y 3'9, el indicador será "Aspecto no cumplido".
- Si nota media está entre 4 y 5'9, el indicador será "Aspecto necesita ser reforzado".
- Si nota media está entre 6 y 7'9, el indicador será "Aspecto cumplido".
- Si nota media está entre 8 y 10, el indicador será "Aspecto sobresaliente".

Además, también habrá indicadores para cada competencia, pero no aplicando las mismas reglas. Teniendo en cuenta todos los aspectos que engloba la competencia, el indicador para la competencia será la mínima valoración que haya entre todos sus aspectos. Por ejemplo, si para la competencia CG3, hemos obtenido los siguientes indicadores para sus aspectos:

- Aprendizaje de conocimientos básicos: "Aspecto necesita ser reforzado".
- Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías: "Aspecto cumplido".
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones: "Aspecto no cumplido".

Entonces el indicador para la competencia CG3 será:

- Competencia General 3 (CG3): " Competencia no cumplida".

Las otros tres posibles indicadores para una competencia serían:

- Competencia General 3 (CG3): " Competencia necesita ser reforzada".
- Competencia General 3 (CG3): " Competencia cumplida".
- Competencia General 3 (CG3): " Competencia sobresaliente".

En el caso de los resultados de aprendizaje, los indicadores estarán basados en la nota media del grupo para la nota global de la prueba, pudiendo mostrar lo siguiente:

- Si la nota media está entre 0 a 3'9, el indicador será "Resultados de aprendizaje no cumplidos".
- Si nota media está entre 4 a 5'9, el indicador será "Resultados de aprendizaje necesitan ser reforzados".
- Si nota media está entre 6 a 7'9, el indicador será "Resultados de aprendizaje cumplidos".
- Si nota media está entre 8 a 10, el indicador será "Resultados de aprendizaje sobresalientes".

3.4.24 Envío del informe

El informe se enviará al coordinador y al profesor del grupo. Cuando ya se haya terminado de evaluar de la prueba a todos los grupos del curso, se generará otro informe global del curso con los mismos indicadores, que se enviará al coordinador y todos los profesores de la asignatura.

3.4.25 Análisis del informe

Una vez recibido el informe de la prueba, cada profesor deberá cuanto antes analizar todos los indicadores del informe. Luego, el coordinador, especialmente, y los profesores deberán analizar los indicadores del informe global del curso.

3.4.26 Revisión de los indicadores por debajo del mínimo exigido

Cada profesor deberá revisar con especial atención cuáles son los indicadores que marquen medidas correctoras por estar por debajo del umbral mínimo exigido. Estos serán los indicadores de los aspectos y los resultados de aprendizaje que tengan una nota por debajo de un 6, es decir, que no se cumplan o necesiten ser reforzados.

3.4.27 Revisión de las actividades relacionadas con los aspectos que hay que corregir

Dentro del sistema ERP, el profesor deberá revisar qué actividades están relacionadas con la competencia que necesita ser corregida. Siguiendo el ejemplo anterior para la CG3, ya que el aspecto “Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones” no se cumplía, la CG3 tampoco se cumple. Las actividades que están relacionadas con esta competencia (CG3) son:

- Clase magistral y presentaciones generales
- Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno

3.4.28 Reunión para acordar las medidas correctoras

Una vez finalizada la evaluación de la prueba para todos los grupos, el coordinador y los profesores de la asignatura se reunirán para estudiar cómo han sido los indicadores globales del curso de los aspectos, competencias y resultados de aprendizaje. También se estudiará caso por caso a cada grupo. A continuación, se procederá a acordar unas medidas correctoras que apliquen a todos los grupos, y otras medidas que sean específicas para cada grupo.

3.4.29 Publicación de las notas

Después de la anterior reunión, cada profesor dará su visto bueno en el sistema (Aceptar publicación) para la publicación de las notas globales de los alumnos de su grupo para la prueba que ha sido evaluada.

3.4.30 Actualización del perfil del alumno

Automáticamente, después de que el profesor acepte la publicación de las notas, el sistema actualizará los perfiles de cada alumno incluyendo la nota global en la prueba de cada uno.

3.4.31 Comunicado a los alumnos

Automáticamente después de la actualización de los perfiles de los alumnos del grupo, se enviará un mensaje de alerta a los alumnos informándoles de qué los resultados de la prueba ya están disponibles en sus perfiles, y además se les informará de cuál ha sido la nota media del grupo y la nota más alta en el grupo.

3.4.32 Implementación de las medidas correctoras

Después de la reunión y de haber aceptado la publicación de las notas, cada profesor procederá inmediatamente a implementar las medidas correctoras acordadas para su grupo de alumnos.

3.4.33 Continuación con el desarrollo de las actividades

Cada profesor, continuará desarrollando las actividades siguiendo la planificación establecida antes de comienzo del curso, pero en este caso, se habrán implementado medidas para corregir aspectos, competencias y resultados de aprendizaje que no se estén cumpliendo o necesiten ser reforzados.

3.5 Encuestas de apoyo para evaluar las competencias

A modo de apoyo a los anteriores indicadores que va a generar el sistema ERP basándose en el rendimiento de los alumnos en las distintas pruebas de evaluación a lo largo del curso, se van a realizar encuestas tanto a alumnos como profesores. Estas encuestas pretenden analizar de qué manera cada actividad propuesta ha contribuido a obtener cada competencia desde la opinión de alumnos y profesores de la asignatura.

Para evaluar si la metodología propuesta por el profesorado para adquirir esta competencia es la adecuada y observar qué actividades son más adecuadas para adquirir dicha competencia, se va a proceder a pedir a los alumnos que valoren en una escala del 1 al 10 el nivel en que dichas actividades le han ayudado a adquirir esta competencia. Así mismo, también se deberá valorar y diferenciar si las pruebas de evaluación, que incluyen algunas actividades, han contribuido a la adquisición de estas competencias. Los profesores de la asignatura también valorarán estas actividades y cómo piensan que éstas han contribuido a que el alumno adquiera esas competencias.

Básicamente, el alumno y el profesorado deberán rellenar una tabla puntuando los diferentes aspectos de cada competencia. De esta tabla, se obtendrá cuáles son las actividades que cubren en mayor medida los diferentes aspectos de esta competencia y también se podrá observar si hay actividades que cubren aspectos pero no otros de dicha competencia.

Con la nota atribuida a cada aspecto, se calculará una media ponderada en la medida que una actividad contribuye a obtener esa competencia, estando esta media en una escala de 1 a 10. Por ejemplo para la competencia CG3, en la que se han considerado tres aspectos, la nota media de que actividad para esta competencia será la media de las notas de cada aspecto.

Con este método de evaluación, tanto el alumno como el profesor valora las diferentes actividades propuestas y se pretende ayudar a evaluar si dichas actividades son las adecuadas para adquirir los correspondiente aspectos de una competencia. También ayudará a analizar si es necesario añadir, eliminar o modificar alguna actividad o prueba, o el peso de las mismas en beneficio de una actividad nueva u otra ya existente.

La evaluación final de cada competencia se hará teniendo en cuenta tanto las valoraciones de los alumnos como del profesorado. Ya que, el profesorado también debe valorar si la metodología que se propuso al inicio del curso ha sido la correcta y ha podido satisfacer los objetivos que se esperaban de ella. El profesorado deberá plantearse qué importancia le da a las valoraciones de los alumnos con respecto a la de los profesores, dándole a cada cual una importancia mínima para llegar a una evaluación final equilibrada. De este modo, se llegará a unas conclusiones acerca de las actividades propuestas y el modo en que satisfacen las competencias que se exigen para la asignatura. Una vez hecha una evaluación final independiente de cada competencia, se procederá a analizar de forma global que actividades están contribuyendo en mayor medida a que el alumno adquiera las competencias oportunas para esta asignatura.

3.2.1 Competencia General número 3 (CG3)

“Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones”.

Esta competencia es abordada por cuatro actividades diferentes: [ICAI15C]

- Clase magistral y presentaciones generales (incluye pruebas cortas)
- Sesiones prácticas (incluye una control de prácticas)
- Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno
- Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno.

Para la CG3, los aspectos a valorar por el alumno y profesorado serán:

- Aprendizaje de conocimientos básicos
- Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones

Ir a la *Tabla de registro para las encuestas 6.1.1* en los *Anexos* para ver un ejemplo de la tabla a rellenar por el alumno y profesor para la competencia CG3.

3.2.2 Competencia General número 4 (CG4)

“Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial”.

Esta competencia es abordada por cuatro actividades diferentes: [ICAI15C]

- Resolución en clase de problemas prácticos (incluye una prueba Intercuatrimestral);
- Sesiones prácticas (incluye una prueba de las prácticas);
- Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno;
- Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno.

Para la CG4, los aspectos a valorar son los siguientes:

- Capacidad de resolución de problemas
- Capacidad para tomar decisiones
- Capacidad de razonamiento crítico
- Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial

Ir a la *Tabla de registro para las encuestas 6.1.2* en los *Anexos* para ver un ejemplo de la tabla a rellenar por el alumno y profesor para la competencia CG4.

3.2.3 Competencia de Formación Básica número 1 (CFB1)

“Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización”.

Esta competencia es abordada por cinco actividades diferentes: [ICAI15C]

- Clase magistral y presentaciones generales (incluye pruebas cortas);
- Resolución en clase de problemas prácticos (incluye una prueba Intercuatrimestral);
- Sesiones prácticas (incluye una prueba de las prácticas);
- Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno;
- Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno.

Para esta última competencia, los aspectos a valorar son:

- Capacidad de de resolución de problemas matemáticos en ingeniería
- Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura

Ir a la *Tabla de registro para las encuestas 6.1.3* en los *Anexos* para ver un ejemplo de la tabla a rellenar por el alumno y profesor para la competencia CFB1.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

En esta sección, se van a mostrar y analizar los resultados del proyecto, este análisis se ha dividido en dos apartados. En primer lugar, se va a diseñar un ejemplo de formulario de evaluación base que podría ser valido para cualquier asignatura de cualquier especialidad de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas - ICAI. En segundo lugar, se va a realizar una simulación, a partir de datos aleatorios y no reales, de cuál sería el informe de evaluación del ERP para la asignatura y el tipo de prueba analizados.

Siguiendo la misma línea que el *Desarrollo Práctico del Proyecto*, los resultados se van a estar focalizados en la asignatura Álgebra y Geometría del de primer año de grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. En ambos apartados de esta sección, se van a mostrar ejemplos para esta asignatura y pruebas específicas de esta asignatura, en concreto, para una Prueba de Seguimiento y un Control de Prácticas.

4.1 Formulario de evaluación de una prueba

El formulario de evaluación de cada prueba debe ser impreso con anterioridad por el profesor para la asignatura, prueba y grupo correspondiente. El profesor únicamente deberá entrar en su perfil ERP, seleccionar la asignatura correspondiente, luego el tipo de prueba de la que va a evaluar a sus alumnos, y por último el grupo al que va a examinar. Si el profesor solo impartiera clase a un grupo de alumnos para la asignatura, el grupo sería adjudicado automáticamente por el ERPO. Finalmente, el profesor desde el ERP imprimiría de una sola vez todos los formularios de evaluación, habiendo uno para cada alumno.

El formulario de evaluación constituirá la portada o primera página de la prueba. El mismo contendrá en primer lugar un código de barras (que facilitará su futuro escaneo), y toda la información acerca de la prueba (lugar, fecha, horario, formato...), la asignatura, el profesor, y el nombre y clave de cada alumno para cada formulario. Además, el formulario también contendrá todas las competencias y aspectos correspondiente para esta prueba, que el profesor deberá evaluar y rellenar. Estas competencias y aspectos las asigna automáticamente el ERP al haber seleccionado el tipo de prueba.

El formulario base para cualquier tipo de prueba y asignatura deberá ser diseñado por el administrador del ERP dentro del ERP con el código correspondiente. En cambio, el tipo de formato del formulario que se pretende conseguir puede ser diseñado y facilitado con anterioridad.

A continuación, se muestra un formulario base que se ha realizado con el programa Excel por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas - ICAI:



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
M A D R I D



1 234567 890128

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS				
FORMULARIO EVALUACIÓN: TIPO Y Nº DE PRUEBA				
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)				
TIPO DE GRADO O MÁSTER				
ASIGNATURA :	CLAVE	NOMBRE	CÓDIGO CARRERA	
CURSO:	CURSO	GRUPO	CÓDIGO	ESPECIALIDAD
PROFESOR :	CLAVE	APELLIDOS	NOMBRE	
MES AÑO	Día Prueba Hora de inicio: Hora de fin:	Examen tipo: FORMATO	Lugar realización: Escuela Aula Nº Asiento	MODELO:
Material: Tipo de material permitido				

ALUMNO :	CLAVE	APELLIDOS	NOMBRE
- El alumno debe verificar que El número de clave y su nombre y apellidos son correctos			
- El alumno NO debe escribir en esta hoja			

El profesor debe asignar cada nota rellenando el cuadro correspondiente:

1. Nota Global

1º Decimal

2º Decimal

012345678910

0123456789

0123456789

2. Competencia número 1

2.1 Aspecto número 1

2.2 Aspecto número 2

2.3 Aspecto número 3

2.4 Aspecto número ...

3. Competencia número 2

3.1 Aspecto número 1

3.2 Aspecto número 2

3.3 Aspecto número 3

3.4 Aspecto número ...

01234☒5678910

012345678910

012345678910

012345678910

4. Competencia número ...

4.1 Aspecto número 1

4.2 Aspecto número ...

012345678910

012345678910

Figura 14. Formulario de evaluación base para la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas – ICAI. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en esta figura, hay varias casillas que están sombreadas en gris. Estas casillas, son las que podrán variar según la asignatura, el tipo de prueba, y alumno del que se trate.

Para cada profesor, los datos relacionados con el profesor (clave, nombre y apellidos) se asignarán al formulario automáticamente al estar dentro del perfil del profesor.

Al asignar la asignatura en el ERP, dado el profesor automáticamente se completarán los cuadros relacionados con la asignatura (clave, nombre y código de la carrera) y de qué tipo de grado o máster se trata.

Al asignar el tipo de prueba, se completará el título del formulario con el tipo y número de prueba y todos los cuadros relacionados con la prueba (mes, año, día de la prueba, horario de inicio y fin de la prueba y tipo de prueba). Además también se asignarán automáticamente las competencias y aspectos que deberán ser evaluados por el profesor para cada alumno para este tipo de prueba

La asignación del grupo, se hará bien de forma automática, si el profesor solo imparte clase a un grupo, o por asignación manual por el profesor. Entonces, se completarán todos los cuadros relacionados con el grupo (curso, grupo, código, especialidad, lugar de realización de la prueba, aula y material permitido)

Por último, el ERP completará los campos relacionados con el alumno (clave, nombre y apellidos) para cada alumno, y en caso de haber varios modelos de examen asignará un modelo a cada alumno. El código de barras será particular de cada alumno y contendrá toda la información que se acaba de mencionar.

El profesor deberá asignar las notas correspondientes a sus alumnos, rellenando los pertinentes cuadros del formulario de evaluación para cada alumno,. Luego deberá escanear estos formularios para que sean leídos por el sistema ERP, actualizando toda la información en el sistema. Con se hayan leído todos los resultados, el ERP elaborará automáticamente un informe de evaluación para esta asignatura, prueba y grupo específicos.

4.1.1 Formulario de evaluación para una Prueba de Seguimiento

Haciendo referencia al proyecto, en el que se ha basado el estudio en la asignatura Álgebra y Geometría, se van a realizar distintos formularios para esta asignatura para mostrar ejemplos reales. Para ello, se van a seleccionar de forma aleatoria la información que atañe al lugar y hora de la prueba, al grupo, al profesor y a los alumnos.

Continuando la línea de la sección anterior, primero se va a realizar un ejemplo para el tipo de prueba para esta asignatura: Prueba de Seguimiento. Para este tipo de prueba, recordando la relación entre las pruebas y las competencias, que el ERP haría automáticamente, las competencias relacionadas serían:

- Competencia General 3
- Competencia de Formación Básica 1

Recordando, ahora, la división de cada competencia en diferentes aspectos, los aspectos que se asignarían al formulario y deberían ser evaluados por el profesor serían:

- Competencia General 3
 - Aprendizaje de conocimientos básicos
 - Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías
 - Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Competencia de Formación Básica 1
 - Capacidad de de resolución de problemas matemáticos en ingeniería
 - Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura

Una vez se ha aclarado toda la información que se va a observar en el formulario aplicado a un ejemplo real con asignatura y pruebas oficiales, se ha procedido a realizar el formulario para dicha prueba. Además, se han asignado notas al alumno elegido para mostrar la facilidad con que se podría hacer las evaluaciones, únicamente rellenado los cuadros pertinentes. El formulario de evaluación para la Prueba de seguimiento se puede observar en la siguiente imagen:



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
M A D R I D



1 234567 890128

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS				
FORMULARIO EVALUACIÓN: PRUEBA DE SEGUIMIENTO N°1				
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)				
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales				
ASIGNATURA :	E000005019	ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA	DMA-GITI-101	
CURSO:	1º	A	[ITI 10]	
PROFESOR :	201000113	JIMÉNEZ CALZADO	Mariano	
JUNIO 2016	10/06/2016 Hora de inicio: 11.15 Hora de fin: 12.05	Examen tipo: Problemas	ICAI Aula 411 Asiento 25	MODELO: A
Material: Calculadora no programable				
ALUMNO :	201001368	SAINZ DE ROZAS LAFITA	Fernando	
- El alumno debe verificar que El número de clave y su nombre y apellidos son correctos				
- El alumno NO debe escribir en esta hoja				

El profesor debe asignar cada nota rellenando el cuadro correspondiente:

1. Nota Global
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

1º Decimal
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9

2º Decimal
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

2. Competencia General 3

2.1 Aprendizaje de conocimientos básicos
☐ 0 ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

2.2 Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

2.3 Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

3. Competencia de Formación Básica 1

3.1 Capacidad de resolución de problemas matemáticos en Ingeniería
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

3.2 Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10

Figura 15. Formulario de evaluación para una Prueba de Seguimiento. Fuente: elaboración propia.

4.1.2 Formulario de evaluación para un Control de Prácticas

También se va a mostrar un formulario para una prueba diferente a la anterior, en este caso se va a realizar un formulario de evaluación para un Control de Prácticas.

La prueba elegida tendrá un formulario distinto a la Prueba de Seguimiento, pero al igual que antes la información que atañe al lugar y hora de la prueba, al grupo, al profesor y a los alumnos, seguirá siendo aleatoria.

Siguiendo el procedimiento en el ejemplo anterior, se va a recordar la relación entre esta prueba y las competencias. Las competencias relacionadas con un Control de Prácticas serían:

- Competencia General 3
- Competencia General 4
- Competencia de Formación Básica 1

Recordando de nuevo, la división de cada competencia en diferentes aspectos, los aspectos que se asignarían a este formulario y deberían ser evaluados por el profesor serían:

- Competencia General 3
 - Aprendizaje de conocimientos básicos
 - Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías
 - Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Competencia General 4
 - Capacidad de resolución de problemas
 - Capacidad para tomar decisiones
 - Capacidad de razonamiento crítico
 - Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial
- Competencia de Formación Básica 1
 - Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería
 - Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura

Al igual que en el ejemplo anterior, se han completado los cuadros para asignar notas al alumno, pero en este caso son diferentes al ejemplo anterior. El formulario completo para el Control de Prácticas se puede observar en la imagen siguiente:

		 1 234567 890128	
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS			
FORMULARIO EVALUACIÓN: CONTROL DE PRÁCTICAS Nº1			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)			
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales			
ASIGNATURA :	E000005019	ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA	DMA-GITI-101
CURSO:	1º	A	[ITI 10]
PROFESOR :	201000113	JIMÉNEZ CALZADO	Mariano
JUNIO 2016	13/06/2016 Hora de inicio: 09.00 Hora de fin: 11.00	Examen tipo: Ordenador	ICAI Aula 411 Asiento 25
MODELO: A			
Material: Calculadora no programable			
ALUMNO :	201001368	SAINZ DE ROZAS LAFITA	Fernando
- El alumno debe verificar que El número de clave y su nombre y apellidos son correctos			
- El alumno NO debe escribir en esta hoja			
El profesor debe asignar cada nota rellenando el cuadro correspondiente:			
1. Nota Global	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
1º Decimal	☐ 0 ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
2º Decimal	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
2. Competencia General 3			
2.1 Aprendizaje de conocimientos básicos	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
2.2 Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
2.3 Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3. Competencia General 4			
3.1 Capacidad de resolución de problemas	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☒ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3.2 Capacidad de tomar decisiones	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3.3 Capacidad de razonamiento crítico	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
3.4 Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
4. Competencia de Formación Básica 1			
4.1 Capacidad de resolución de problemas matemáticos en Ingeniería	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10		
4.2 Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9 ☐ 10		

Figura 16. Formulario de evaluación para un Control de Prácticas. Fuente: elaboración propia.

4.2 Informe de evaluación a partir de la simulación de los resultados en una prueba

En este apartado, se va a analizar qué sucedería a continuación de haber escaneado los formularios de evaluación de un grupo determinado de alumnos para una determinada prueba. Ya que, la propuesta que se hace en este proyecto es de implementar un sistema ERP en la universidad, en este apartado se va a simular de forma parecida al ERP, en el programa Excel, cómo se elaboraría el informe de evaluación de los resultados de una prueba realizada a un grupo determinado de alumnos.

Esta simulación va a recoger datos y notas que se han tomado de forma aleatoria para un grupo de 40 alumnos, y para unas pruebas específicas de la asignatura Álgebra y Geometría.

En primer lugar, el ERP tendrá guardado en el sistema una relación entre las distintas pruebas de evaluación y las competencias que debe adquirir el alumno para la asignatura Álgebra y Geometría. Esta relación guardada por el ERP se podría representar como la siguiente tabla:[ICAI15C]

Prueba	Competencia
Prueba de Seguimiento	Competencia General 3
	Competencia de Formación Básica 1
Control de Prácticas	Competencia General 3
	Competencia General 4
	Competencia de Formación Básica 1
Examen Intercuatrimestral	Competencia General 4
	Competencia de Formación Básica 1
Examen Final	Competencia General 3
	Competencia General 4
	Competencia de Formación Básica 1

Figura 17. Tabla que relaciona las pruebas de evaluación y las competencias de la asignatura Álgebra y Geometría dentro del sistema ERP. Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo, el ERP tendrá que guardar en su sistema una división de cada competencia en sus respectivos aspectos. Esta relación también se puede representar como una tabla, y sería la siguiente: [ICAI15C]

Competencia	Nº	Aspecto
Competencia General 3	1	Aprendizaje de conocimientos básicos
	2	Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías
	3	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
Competencia General 4	1	Capacidad de resolución de problemas
	2	Capacidad de tomar decisiones
	3	Capacidad de razonamiento crítico
	4	Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial
Competencia de Formación Básica 1	1	Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería
	2	Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura

Figura 18. Tabla que representa la división de cada competencia en sus respectivos aspectos para la asignatura Álgebra y Geometría dentro del sistema ERP. Fuente: elaboración propia.

Una vez aclaradas las anteriores relaciones, se ha procedido a realizar una tabla de resultados para dos pruebas de evaluación de esta asignatura: Prueba de Seguimiento y Control de Prácticas. Esta tabla se asemejaría a la que tendría el ERP guardado en el sistema una vez ya se hayan escaneado los formularios de evaluación para cada tipo de prueba. En esta tabla, se han asignado notas aleatorias para los distintos aspectos a evaluar y las notas globales para cada uno de los 40 alumnos. Los aspectos a evaluar entre las diferentes pruebas de evaluación pueden ser diferentes, como es el caso, donde el Control de Prácticas también cubre la *Competencia General 4* y sus aspectos, mientras la Prueba de Seguimiento no lo hace.

A continuación, se muestra una tabla donde se recogen los resultados de los alumnos para ambas pruebas:

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  INSTITUTO DE MATEMÁTICAS  FACULTAD DE INGENIERÍA  ESCUELA DE INGENIERÍA  DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EVALUACIÓN 1ª - GITI Álgebra y Geometría 15/16			CLAVE DE ALUMNO	PRUEBA DE SEGUIMIENTO N°1							CONTROL DE PRÁCTICAS									
				Competencia General 3			Competencia de Formación Básica 1		Nota Global	Competencia General 3		Competencia General 4				Competencia de Formación Básica 1		Nota Global		
				Aspecto N°1	Aspecto N°2	Aspecto N°3	Aspecto N°1	Aspecto N°2		Aspecto N°1	Aspecto N°2	Aspecto N°1	Aspecto N°2	Aspecto N°3	Aspecto N°4	Aspecto N°1	Aspecto N°2			
1	Apellidos y Nombre	201114367	5,0	10,0	9,0	7,0	5,0	7,0	5,0	8,0	9,0	7,0	0,0	4,0	10,0	7,0	9,0			
2	Apellidos y Nombre	201001125	10,0	7,0	2,0	4,0	0,0	9,0	7,0	2,0	10,0	2,0	6,0	3,0	6,0	7,0	0,0			
3	Apellidos y Nombre	201001190	4,0	6,0	0,0	6,0	7,0	10,0	10,0	3,0	8,0	4,0	2,0	6,0	9,0	7,0	7,0			
4	Apellidos y Nombre	201115207	8,0	9,0	6,0	1,0	5,0	6,0	2,0	8,0	8,0	5,0	1,0	1,0	8,0	8,0	1,0			
5	Apellidos y Nombre	201001123	1,0	7,0	10,0	1,0	3,0	6,0	2,0	10,0	8,0	5,0	5,0	1,0	9,0	9,0	8,0			
6	Apellidos y Nombre	201111066	4,0	10,0	6,0	1,0	7,0	5,0	7,0	3,0	8,0	8,0	0,0	2,0	9,0	7,0	10,0			
7	Apellidos y Nombre	201113207	2,0	8,0	7,0	10,0	9,0	10,0	6,0	0,0	10,0	6,0	2,0	6,0	9,0	8,0	2,0			
8	Apellidos y Nombre	201111312	5,0	6,0	1,0	6,0	0,0	9,0	3,0	0,0	7,0	1,0	7,0	4,0	6,0	10,0	7,0			
9	Apellidos y Nombre	201113846	5,0	10,0	10,0	10,0	5,0	7,0	2,0	6,0	9,0	5,0	3,0	3,0	10,0	5,0	7,0			
10	Apellidos y Nombre	201000784	5,0	7,0	9,0	6,0	7,0	5,0	7,0	1,0	7,0	10,0	7,0	6,0	5,0	10,0	6,0			
11	Apellidos y Nombre	201111058	0,0	10,0	10,0	10,0	6,0	10,0	4,0	5,0	7,0	10,0	8,0	3,0	9,0	7,0	2,0			
12	Apellidos y Nombre	201001086	4,0	6,0	8,0	1,0	10,0	9,0	8,0	2,0	10,0	4,0	5,0	3,0	8,0	10,0	5,0			
13	Apellidos y Nombre	201011129	3,0	8,0	1,0	4,0	4,0	5,0	5,0	3,0	10,0	0,0	1,0	1,0	10,0	5,0	4,0			
14	Apellidos y Nombre	201001540	7,0	8,0	0,0	0,0	5,0	9,0	8,0	9,0	9,0	7,0	0,0	0,0	10,0	10,0	6,0			
15	Apellidos y Nombre	201111898	10,0	9,0	0,0	3,0	3,0	7,0	0,0	0,0	9,0	0,0	1,0	0,0	9,0	10,0	2,0			
16	Apellidos y Nombre	201113254	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	5,0	7,0	7,0	8,0	7,0	5,0	2,0	6,0	6,0	1,0			
17	Apellidos y Nombre	201000089	1,0	7,0	10,0	0,0	9,0	10,0	10,0	2,0	10,0	0,0	4,0	6,0	7,0	7,0	7,0			
18	Apellidos y Nombre	201111361	8,0	10,0	10,0	6,0	7,0	6,0	8,0	10,0	9,0	2,0	0,0	6,0	5,0	7,0	3,0			
19	Apellidos y Nombre	201000107	0,0	7,0	4,0	9,0	7,0	10,0	10,0	4,0	7,0	8,0	3,0	6,0	6,0	6,0	0,0			
20	Apellidos y Nombre	201111469	0,0	8,0	1,0	1,0	1,0	9,0	6,0	10,0	10,0	0,0	5,0	2,0	6,0	10,0	4,0			
21	Apellidos y Nombre	201010442	4,0	8,0	4,0	2,0	9,0	10,0	8,0	8,0	10,0	7,0	4,0	4,0	7,0	9,0	6,0			
22	Apellidos y Nombre	201010450	10,0	10,0	2,0	1,0	4,0	6,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	5,0	5,0	5,0	2,0			
23	Apellidos y Nombre	201001535	3,0	10,0	3,0	6,0	4,0	9,0	5,0	8,0	7,0	1,0	9,0	4,0	6,0	5,0	4,0			
24	Apellidos y Nombre	200901063	5,0	8,0	8,0	6,0	5,0	6,0	6,0	3,0	7,0	3,0	7,0	3,0	7,0	10,0	7,0			
25	Apellidos y Nombre	201111200	6,0	10,0	4,0	2,0	7,0	8,0	3,0	2,0	7,0	3,0	5,0	3,0	10,0	10,0	4,0			
26	Apellidos y Nombre	200902653	4,0	8,0	5,0	3,0	4,0	10,0	1,0	2,0	7,0	4,0	8,0	4,0	7,0	7,0	2,0			
27	Apellidos y Nombre	201000779	6,0	9,0	6,0	6,0	0,0	10,0	6,0	1,0	7,0	1,0	1,0	2,0	9,0	6,0	7,0			
28	Apellidos y Nombre	200801854	9,0	7,0	3,0	3,0	0,0	5,0	4,0	3,0	8,0	8,0	2,0	4,0	7,0	5,0	1,0			
29	Apellidos y Nombre	201111820	7,0	7,0	0,0	2,0	6,0	7,0	7,0	9,0	10,0	4,0	5,0	0,0	9,0	9,0	2,0			
30	Apellidos y Nombre	201000741	2,0	7,0	7,0	8,0	10,0	5,0	5,0	3,0	7,0	5,0	2,0	1,0	5,0	6,0	7,0			
31	Apellidos y Nombre	200900169	9,0	8,0	8,0	4,0	0,0	5,0	10,0	4,0	10,0	3,0	4,0	3,0	7,0	8,0	10,0			
32	Apellidos y Nombre	200901178	7,0	8,0	8,0	9,0	7,0	8,0	8,0	8,0	7,0	3,0	5,0	1,0	9,0	9,0	0,0			
33	Apellidos y Nombre	201407947	1,0	6,0	5,0	1,0	10,0	10,0	1,0	3,0	7,0	6,0	1,0	3,0	10,0	9,0	2,0			
34	Apellidos y Nombre	201410204	0,0	10,0	6,0	7,0	5,0	8,0	3,0	5,0	7,0	9,0	4,0	6,0	5,0	6,0	10,0			
35	Apellidos y Nombre	201010392	9,0	6,0	2,0	5,0	5,0	10,0	3,0	0,0	7,0	2,0	0,0	3,0	5,0	10,0	7,0			
36	Apellidos y Nombre	201409427	1,0	10,0	1,0	7,0	9,0	6,0	0,0	4,0	9,0	3,0	6,0	5,0	7,0	9,0	6,0			
37	Apellidos y Nombre	201407892	2,0	6,0	0,0	3,0	4,0	7,0	7,0	7,0	10,0	9,0	3,0	1,0	8,0	7,0	7,0			
38	Apellidos y Nombre	201407948	1,0	7,0	3,0	6,0	0,0	5,0	3,0	9,0	9,0	8,0	6,0	3,0	10,0	9,0	7,0			
39	Apellidos y Nombre	201407946	8,0	10,0	2,0	9,0	0,0	5,0	0,0	1,0	10,0	4,0	0,0	2,0	6,0	7,0	1,0			
40	Apellidos y Nombre	201408518	10,0	5,0	1,0	5,0	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	5,0	6,0	1,0	5,0	5,0	4,0			

Figura 19: Tabla que contiene los resultados de un grupo para dos pruebas de evaluación de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados anteriores, el ERP generaría automáticamente un informe de evaluación individual para cada prueba de evaluación realizada. En la sección anterior, se han citado los indicadores que se emplearían a raíz de los resultados de los alumnos. Estos indicadores variarían en función de la nota media del grupo para cada competencia, aspecto y nota global, por lo que existe una relación entre las notas medias y los indicadores. Entonces se va a simular cómo tendría guardada esta relación en su código el sistema ERP.

La relación que habría entre las notas medias para cada aspecto y los indicadores resultantes se podría asemejar a la siguiente tabla:

Intervalo Nota Media Aspecto		Indicador Aspecto
0	3,999999	"Aspecto no cumplido"
4	5,999999	"Aspecto necesita ser reforzado"
6	7,999999	"Aspecto cumplido"
8	10	"Aspecto sobresaliente"

Figura 20. Tabla que relaciona las notas medias de cada aspecto con los indicadores correspondientes dentro del sistema ERP. Fuente: elaboración propia.

La relación que habría entre las notas medias para cada competencia y los indicadores resultantes se podría asemejar a la siguiente tabla:

Intervalo Nota Media Competencia		Indicador Competencia
0	3,999999	"Competencia no cumplida"
4	5,999999	"Competencia necesita ser reforzada"
6	7,999999	"Competencia cumplida"
8	10	"Competencia sobresaliente"

Figura 21. Tabla que relaciona las notas medias de cada competencia con los indicadores correspondientes dentro del sistema ERP. Fuente: elaboración propia.

La relación que habría entre las notas medias globales y los indicadores para los resultados de aprendizaje se podría asemejar a la siguiente tabla:

Intervalo Nota Media Global		Indicador Resultados de aprendizaje
0	3,999999	"Resultados de aprendizaje no cumplidos"
4	5,999999	"Resultados de aprendizaje necesitan ser reforzados"
6	7,999999	"Resultados de aprendizaje cumplidos"
8	10	"Resultados de aprendizaje sobresalientes"

Figura 22. Tabla que relaciona las notas media globales con los indicadores para los resultados de aprendizaje dentro del sistema ERP. Fuente: elaboración propia.

Con estas relaciones y los anteriores resultados, el sistema ERP generaría de forma automática los informes de evaluación. Para este proyecto, se ha hecho la simulación en Excel. Para conectar las anteriores relaciones con las notas medias, por un lado se han calculado las notas medias para cada aspecto y la nota global para el grupo, de forma simple con la función *PROMEDIO*. Como se explicó en la sección anterior, en el caso de las competencias, se escogerá la nota menor de todos los aspectos que la componen, por lo que para la simulación la nota media de la competencia sería la nota media mínima entre los aspectos que la componen. Esto último se ha hecho con la función *MIN*.

Por último, para conectar las anteriores tablas con las notas medias calculadas, se ha utilizado la función *BUSCARV*, la cuál asigna el indicador pertinente dependiendo de en qué intervalo se encuentre la nota media en cuestión.

4.2.1 Informe de evaluación para una Prueba de Seguimiento

Una vez explicada la simulación, se ha procedido a realizar los distintos informes para las pruebas de evaluación tratadas. En primer lugar, para la Prueba de Seguimiento, dadas las competencias y aspectos involucrados, el ejemplo de informe de evaluación sería el siguiente:



INFORME PRUEBA DE SEGUIMIENTO Nº 1

1ª - GITI

Álgebra y Geometría 15/16



Competencia	Nº	Aspecto	Nota media	Indicador Aspecto	Indicador Competencia
Competencia General 3	1	Aprendizaje de conocimientos básicos	5,78	"Aspecto necesita ser reforzado"	"Competencia necesita ser reforzada"
	2	Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías	7,18	"Aspecto cumplido"	
	3	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones	4,30	"Aspecto necesita ser reforzado"	
Competencia de Formación Básica 1	1	Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería	5,48	"Aspecto necesita ser reforzado"	"Competencia necesita ser reforzada"
	2	Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura	5,60	"Aspecto necesita ser reforzado"	
Nota Global			8,03	"Resultados de aprendizaje sobresalientes"	

Figura 23. Informe de evaluación para una Prueba de Seguimiento. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura de arriba, en el informe se han marcado en rojo los aspectos y competencias que no llegan al umbral mínimo exigido y por tanto necesitan medidas correctoras. Como se citó anteriormente, para que un aspecto, competencia o resultado de aprendizaje se cumpla, se encuentra en una nota media mínima de 6.

4.2.2 Informe de evaluación para un Control de Prácticas

También se ha realizado un informe de evaluación para la prueba Control de Prácticas, ya que también se han simulado resultados para la misma. Además, este nuevo informe es diferente al anterior ya que incluye una competencias más, y los aspectos que la componen. Para la prueba de evaluación Control de Prácticas, el ejemplo de informe de evaluación sería el siguiente:



INFORME CONTROL DE PRÁCTICAS Nº 1

1ª - GITI

Álgebra y Geometría 15/16



Competencia	Nº	Aspecto	Nota media	Indicador Aspecto	Indicador Competencia
Competencia General 5	1	Aprendizaje de conocimientos básicos	5,50	"Aspecto necesita ser reforzado"	"Competencia necesita ser reforzada"
	2	Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías	5,85	"Aspecto necesita ser reforzado"	
	3	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones	8,50	"Aspecto sobresaliente"	
Competencia General 6	1	Capacidad de resolución de problemas	4,33	"Aspecto necesita ser reforzado"	"Competencia no cumplida"
	2	Capacidad de tomar decisiones	4,93	"Aspecto necesita ser reforzado"	
	3	Capacidad de razonamiento crítico	7,78	"Aspecto cumplido"	
	4	Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial	3,48	"Aspecto no cumplido"	
Competencia de Formación Básica 1	1	Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería	7,95	"Aspecto cumplido"	"Competencia cumplida"
	2	Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura	7,60	"Aspecto cumplido"	
Nota Global			3,90	"Resultados de aprendizaje no cumplidos"	

Figura 23. Informe de evaluación para un Control de Prácticas. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

En esta sección, tras el desarrollo práctico del proyecto y la obtención de los resultados, se van a extraer las conclusiones sobre este proyecto. Estas conclusiones están basadas en la metodología que se ha utilizado, cómo se ha desarrollado y en el análisis de los resultados de este proyecto.

Además, también se van a sugerir una serie de recomendaciones para futuros trabajos y cuáles serían los siguientes pasos a realizar como continuación de este proyecto.

5.1 Conclusiones sobre la metodología y el desarrollo del proyecto

A partir del desarrollo del proyecto, una de las observaciones que se extraen es la necesidad de especificar en mayor medida cuáles son las competencias exigidas por parte de la ANECA con respecto a las que deberían adquirir los alumnos en el grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. En definitiva, debería haber un proceso para asignar las competencias a cada asignatura del grado que se pretende impartir a los alumnos. La distribución de las competencias que exige la ANECA entre las asignaturas del grado debe ser estudiada y se debería desarrollar con un proceso lógico y justificado.

Previamente, se recomienda que haya un estudio acerca de las competencias exigidas por la ANECA y el alcance de las mismas. Tras revisar este estudio, habrá que asignar de forma lógica y gradual estas competencias a las distintas asignaturas de las que se compone el grado. Además, en ocasiones, será necesario adaptar ciertas asignaturas para que aborden completamente las competencias. Esta adaptación se realizará por medio de las actividades propuestas para la asignatura y las pruebas de evaluación incluidas en estas actividades.

Una vez hecha la asignación de competencias a las distintas asignaturas, se debe desarrollar el programa de esta asignatura y definir una clara metodología docente con las actividades oportunas, para que estas actividades aborden completamente las competencias requeridas. Al igual que para las competencias, debería haber un estudio y un proceso lógico y justificado en el modo en que se definen y proponen las actividades de una asignatura y cómo van a abordar las competencias correspondientes. También será necesario definir las pruebas de evaluación correspondiente a cada actividad.

Por último, tras el desarrollo del proyecto, se observa la necesidad de realizar una definición clara de los resultados de aprendizaje que se pretende que alcancen los alumnos. Los resultados de aprendizaje mantendrán una relación con los contenidos que se van a impartir en una asignatura, por lo que hay que incluir esta relación en el programa de la asignatura. Además, también será necesario establecer una relación lógica entre los resultados de aprendizaje y las actividades propuestas para la asignatura. Hay que definir qué actividades van a ayudar a que los alumnos alcancen cada resultado de aprendizaje.

5.2 Conclusiones sobre los resultados

En este apartado, se van a exponer las conclusiones extraídas tras la obtención de los resultados. Tanto el formulario de evaluación como el informe de evaluación añaden gran valor al proyecto, ya que ambos suponen una herramienta que va a agilizar y facilitar el trabajo de los profesores en las universidades.

El primero, supone un método de evaluación simple y rápido que, además, incluye una manera automatizada de introducir todos los resultados en un sistema informático como el ERP. Hasta ahora, la mayoría de profesores han estado calificando a los alumnos y luego introduciendo estos resultados uno a uno en un Excel. Esto, ya no sería necesario, con este nuevo método de evaluación de los alumnos en el que se evalúa a cada alumno en un formulario, el cual luego se escaneará y será leído por el sistema ERP.

Este nuevo sistema de evaluación se complementa y completa con la otra parte de los resultados de este proyecto. En esta segunda parte, ya que el programa informático ERP dispone de los resultados de los alumnos, debe ser capaz de realizar un informe a partir de estos resultados. Estos informes se realizarán de forma automática una vez que el sistema disponga los resultados, y nos facilitará la identificación de los posibles problemas actuales en el método de docencia. Hasta ahora, los profesores no disponían de herramientas que les pudiesen explicar el bajo rendimiento de sus alumnos. A partir de ahora, esto se hará de forma automática con el ERP, y los profesores podrán realizar los cambios oportunos para solventar los problemas que surjan, y mejorar los resultados y aprendizaje de los alumnos.

En este proyecto, se ha realizado tanto el formulario como el informe de evaluación en Excel, por lo que estos resultados han estado limitados por la falta de funciones del Excel. Sin embargo, se ha podido reflejar las ventajas que conllevaría la implementación con el sistema ERP que tenga la capacidades de procesar toda esta información y realizar todas las funciones que se han ido describiendo a lo largo del proyecto. Se puede destacar la importancia de ambos resultados del proyecto, por lo que se debe encontrar un ERP que permita obtener dichos resultados, realizar tanto el escaneo de los formularios de evaluación como elaborar los informes de evaluación a partir de los resultados del formulario.

Todo el trabajo que se ha desarrollado en este proyecto para una asignatura específica, podría ser realizado con un código informático que forme parte del sistema ERP. Es decir, realizar con un programa informático una simulación de todos los procesos del diagrama de flujo que incluyen como participante el ERP y la obtención de resultados. Esto se aproximaría en mayor medida a la versión futura del ERP integrada en la universidad.

5.3 Recomendaciones para futuros trabajos

A partir de las anteriores conclusiones, se pueden dar las recomendaciones oportunas para la continuación del proyecto y cuáles pueden ser los siguientes pasos posibles a seguir.

Como trabajo futuro, se recomendaría por un lado el estudio del proceso de asignar qué competencias se van a abordar en cada asignatura de un grado de Ingeniería y qué actividades se van a proponer para abordar dichas competencias. Por otro lado, se debería profundizar en cómo se va a integrar el funcionamiento actual de la universidad en el sistema ERP y empezar a estudiar la planificación de esta integración y los pasos a seguir. Dentro de esta última parte, es importante señalar cómo se va a adaptar el ERP a la universidad y viceversa.

Primero, como se ha explicado anteriormente en las conclusiones, se vería definir el proceso de asignación de las competencias que exige la ANECA a las diferentes asignaturas de las que se compone un grado de Ingeniería. Siguiendo con el ejemplo de este proyecto, se podría tener como objeto de estudio el grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. Una vez clarificada la asignación de competencias a cada asignatura, se debería definir de nuevo el proceso para proponer actividades que aborden las anteriores competencias, incluyendo las distintas pruebas de evaluación de estas actividades. Más tarde, también se debería estudiar el proceso de definición de resultados de aprendizaje, y cómo se relacionan los mismos con los contenidos y actividades propuestas de cada asignatura.

En segundo lugar, habría que profundizar en la implementación del sistema ERP en la universidad. En este caso, se tomará como objeto de estudio la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas – ICAI. Se debe estudiar más a fondo cómo se va a integrar el sistema académico que se está actualizando actualmente en ICAI. Además habrá que definir una serie de fases y realizar una planificación para esta implementación. Será necesario contactar con programadores de ERP, y empezar a generar el programa y los códigos que se complementen de la mejor manera posible al sistema actual de la universidad. Es importante recordar que la universidad también se tendrá que adaptar, de algún modo, al ERP, ya que el ERP tiene una gran variedad de funciones pero en algunos casos estarán limitadas.

En la perspectiva a largo plazo, este sistema ERP, en un principio se implementará para los procesos y funciones que se han descrito en el proyecto. Pero, la idea es que este ERP se integre en todos los departamentos, servicios y funciones de la universidad, desde la reserva de un libro de la biblioteca por un alumno hasta la reserva de una clase por un profesor. Este sistema ERP integrado completamente en la universidad va a suponer un gran valor añadido para profesores, alumnos, empleados y visitantes de la universidad. Sin embargo, este sistema deberá estar gestionado cuidadosamente e ser revisado de forma permanente, realizando las actualizaciones y mejoras de manera continua.

CAPÍTULO 6: ANEXOS

En esta sección, se van incluir los anexos del proyecto. Tanto tablas auxiliares pertenecientes al programa completo de la asignatura Álgebra y Geometría como las tablas que se utilizarán para las encuestas de apoyo.

6.1 Tablas auxiliares de la asignatura Álgebra y Geometría

ACTIVIDADES PRESENCIALES					ACTIVIDADES NO PRESENCIALES				Resultados de aprendizaje	
Semestre	Nº	Clase teórica/problemas	Laboratorio	Evaluación	Nº	Estudio individual de los conceptos teóricos	Resolución de problemas	Preparación de exámenes teóricos y prácticos	Resultados de aprendizaje	Descripción
1	3	Presentación (1h)+Teoría Tema 1 (1h)+Problemas Previo A (1h)			6	Lectura y estudio de los contenidos del Previo A: Análisis Matricial (1h). Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 1 (2h)	Realizar todos los ejercicios propuestos del Previo A: Análisis Matricial (2h)		RA1	Conocer las herramientas básicas del álgebra lineal como el análisis matricial y su aplicación a la discusión y resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
					6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 1 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 1 (problemas de espacios vectoriales) (4h)		RA3	Analizar si un vector se puede expresar como combinación lineal de otros vectores dados y estudiar si los vectores de una familia dada son linealmente independientes entre sí.
2	3	Teoría Tema 1 (2h)+ Problemas Tema 1 (1h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 1 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 1 (problemas de espacios vectoriales) (4h)		RA4	Obtener una base de un espacio vectorial. Saber calcular las coordenadas de un vector respecto de una base dada y las ecuaciones paramétricas e implícitas de un subespacio en dicha base. Obtener la suma e intersección de dos subespacios. Conocer las ecuaciones de cambio de base.
					6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 1 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 1 (problemas de espacios vectoriales) (4h)		RA2, RA3, RA4 y RA15	Saber calcular el determinante de una matriz cuadrada, reconocer sus propiedades y su aplicación al cálculo de la inversa de una matriz regular y al cálculo del rango de una matriz (RA2). Utilizar una plataforma virtual educativa y programas informáticos de aplicación a la Geometría 6 al Álgebra Lineal (RA15).
3	3	Teoría Tema 1 (2h)+Problemas Tema 1 (1h)	Práctica 1: Introducción al programa Máxima. Matrices y Determinantes (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos del Previo B: Determinantes (2h). Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 2 (1h)	Realizar todos los ejercicios propuestos del Previo B: Determinantes (2h)	Preparación Prueba de Rendimiento (1h)	RA1 a RA4	Descriptos anteriormente.
					6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 2 (1h)	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 1 (2h)		RA1 y RA15	Descriptos anteriormente.
4	3	Problemas Tema 1 (2h)	Práctica 1: Introducción al programa Máxima. Matrices y Determinantes (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 2 (1h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 2 (problemas de sistemas de ecuaciones) (2h)	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 1 (2h)	RA1 y RA15	Descriptos anteriormente.
5	3	Teoría Tema 2 (1h)+Problemas Previo B (1.5h)		Prueba Evaluación Rendimiento Tema 1 (30 min)	6	Lectura y estudio de los contenidos del Previo B: Determinantes (2h). Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 2 (1h)	Realizar todos los ejercicios propuestos del Previo B: Determinantes (2h)	Preparación Prueba de Rendimiento (1h)	RA1 a RA4	Descriptos anteriormente.
6	3	Teoría Tema 2 (1h)+Problemas Tema 2 (1h)	Práctica 2: Resolución de problemas en Espacios Vectoriales (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 2 (1h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 2 (problemas de sistemas de ecuaciones) (2h)	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 2 (2h)	RA1 y RA15	Descriptos anteriormente.
7	3	Examen Intersemestral (contenidos de los Temas 1 y 2)			6	Preparación del Examen Intersemestral (6h)				
8	3	Teoría Tema 3 (2h)+Problemas Tema 3 (1h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 3 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 3 (problemas de aplicaciones lineales) (4h)		RA5	Reconocer las aplicaciones lineales. Saber calcular el núcleo y la imagen de una aplicación lineal. Calcular la matriz de una aplicación lineal respecto de dos bases dadas.
9	3	Teoría Tema 3 (1h)+Problemas Tema 3 (1h)	Práctica 3: Métodos Numéricos para la Resolución de Sistemas Lineales (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 3 (1h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 3 (problemas de aplicaciones lineales) (3h)	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 3 (2h)	RA1, RA5 y RA15	Descriptos anteriormente.
10	3	Teoría Tema 3 (1h)+ Problemas Tema 3 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 3 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 3 (problemas de aplicaciones lineales) (4h)		RA5	Descripto anteriormente.
11	3	Problemas Tema 3 (2h)	Práctica 4: Modelado de problemas matemáticos en Aplicaciones Lineales (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 3 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 3 (problemas de aplicaciones lineales) (4h)	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 4 (2h)	RA5 y RA15	Descriptos anteriormente.
12	3	Teoría Tema 4 (1h)+Problemas Tema 4 (1.5h)		Prueba Evaluación Rendimiento Tema 3 (30 min)	6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 4 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 4 (problemas de autovalores y autovectores) (2h)	Preparación Prueba de Rendimiento (1h)	RA5 y RA6	Calcular los autovalores y autovectores de una matriz cuadrada y obtener una forma canónica de Jordan de dicha matriz (RA6).
13	3	Teoría Tema 4 (2h)+Problemas Tema 4 (1h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 4 (1h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 4 (problemas de autovalores y autovectores) (4h)		RA6	Descripto anteriormente.
14	3	Teoría Tema 4 (1h)+Problemas Tema 4 (1.5h)		Prueba Evaluación Rendimiento Prácticas (30 min)	6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 4 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 4 (problemas de autovalores y autovectores) (4h)		RA6	Descripto anteriormente.
15	3	Problemas Tema 4 (3h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 4 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 4 (problemas de autovalores y autovectores) (4h)	Preparación Examen Cuatrimestral (2h)	RA1 a RA6	Descriptos anteriormente.
EXAMEN PRIMER CUATRIMESTRE										
16	3	Teoría Tema 5 (2h)+Problemas Tema 5 (1h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 5 (3h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 5 (problemas de espacio euclídeo) (3h)		RA7	Comprobar que una aplicación es una transformación ortogonal. Calcular la matriz de un producto escalar en una base. Hallar el núcleo de un vector y el ángulo que forman dos vectores. Saber si dos subespacios son ortogonales y obtener el subespacio ortogonal suplementario a uno dado. Calcular una base ortonormal de un espacio vectorial euclídeo.
17	3	Teoría Tema 5 (1h)+Problemas Tema 5 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 5 (3h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 5 (problemas de espacio euclídeo) (3h)		RA7 y RA8	Hallar la proyección ortogonal de un vector sobre un subespacio. Calcular la matriz proyección, aplicando sucesivamente sus propiedades (RA8).
18	3	Teoría Tema 5 (1h)+Problemas Tema 5 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 5 (2h)	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 5 (problemas de espacio euclídeo) (4h)		RA7, RA8 y RA9	Reconocer si una matriz dada es ortogonal y diagnosticar ortogonalidades matriciales, simétricas (RA9).
19	3	Teoría Tema 6 (1h)+Problemas Previo C (1h)	Práctica 5: Métodos Numéricos para el Cálculo de Autovalores y Autovectores (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos del Previo C: A2 y A3 (1h). Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 6 (1h).	Realizar todos los ejercicios propuestos del Previo C: A2 y A3 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 5 (2h).	RA6, RA10 y RA15	Conocer la estructura de espacio afín y calcular las coordenadas de un punto en una referencia afín. Extender el concepto de subespacio afín y hallar las ecuaciones de un subespacio afín en una referencia dada (RA10).
20	3	Teoría Tema 6 (1.5h)+Problemas Tema 6 (1h)		Prueba Evaluación Rendimiento Tema 5 (30 min)	6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 6 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 6 (problemas de espacio afín) (2h).	Preparación Prueba de Rendimiento (1h)	RA6 y RA10	Descriptos anteriormente.
21	3	Teoría Tema 6 (1h)+Problemas Tema 6 (1h)	Práctica 6: Espacio Vectorial Euclídeo (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 6 (1h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 6 (problemas de espacio afín) (3h).	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 6 (2h).	RA7 a RA10 y RA15	Descriptos anteriormente.
22	3	Teoría Tema 6 (1h)+Problemas Tema 6 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 6 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 6 (problemas de transformaciones ortogonales y afines) (4h).		RA11	Mostrar que una aplicación es una transformación ortogonal. Calcular la matriz de una transformación ortogonal y clasificada. Demostrar que una aplicación es un movimiento y clasificarla calculando su matriz.
23	3	Examen Intersemestral (contenidos de los Temas 3 y 6)			6	Preparación del Examen Intersemestral (6h)				
24	3	Teoría Tema 6 (1h)+Problemas Tema 6 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 6 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 6 (problemas de transformaciones ortogonales y afines) (4h).		RA11	Descripto anteriormente.
25	3	Teoría Tema 6 (1h)+Problemas Tema 6 (1h)	Práctica 7: Transformaciones Ortogonales y Afines. Problemas Geométricos en A2 y A3 (1h)		6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 6 (1h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 6 (problemas de transformaciones ortogonales y afines) (2h).	Realizar los ejercicios propuestos de la Práctica 7 (2h).	RA10, RA11 y RA15	Descriptos anteriormente.
26	3	Teoría Tema 6 (1h)+Problemas Tema 6 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 6 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 6 (problemas de transformaciones ortogonales y afines) (4h).		RA11	Descripto anteriormente.
27	3	Teoría Tema 7 (1.5h)+Problemas Tema 7 (1h)		Prueba Evaluación Rendimiento Tema 6 (30 min)	6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 7 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 7 (problemas de curvas) (3h).	Preparación Prueba de Rendimiento (1h)	RA10, RA11 y RA12	Comprender el concepto de curva y manejar sus expresiones analíticas. Hallar los puntos regulares y singulares de una curva y su longitud, así como manejar diferentes parametrizaciones de una curva (parámetro arco). Calcular los elementos del Triángulo de Frenet, así como la curvatura y torsión en un punto regular de la curva y hallar el centro, el radio de curvatura y el círculo osculador de una curva en un punto regular (RA12).
28	3	Teoría Tema 7 (1h)+Problemas Tema 7 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 7 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 7 (problemas de curvas y superficies) (4h).		RA12 y RA13	Comprender el concepto de superficie y sus expresiones analíticas. Manejar con soltura las superficies regulares descomponibles (cilindros, conos y desarrollables tangencial) y las superficies regulares no descomponibles como por ejemplo las coroides (RA13).
29	3	Teoría Tema 7 (1h)+Problemas Tema 7 (1.5h)		Prueba Evaluación Rendimiento Prácticas (30 min)	6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 7 (2h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 7 (problemas de superficies) (4h).		RA12, RA13 y RA14	Calcular los puntos regulares y singulares de una superficie. Hallar el plano tangente en un punto regular (RA14).
30	3	Teoría Tema 7 (1h)+Problemas Tema 7 (2h)			6	Lectura y estudio de los contenidos teóricos vistos del Tema 7 (1h).	Realizar los ejercicios propuestos del Tema 7 (problemas de superficies) (2h).		RA12, RA13 y RA14	Descriptos anteriormente.
EXAMEN SEGUNDO CUATRIMESTRE Y FINAL										

Tabla 6.1.1. Cronograma de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: [ICA15C]

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
32	42	7	9
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Preparación exámenes	
49	99	32	
CRÉDITOS ECTS:			9 (270 horas)

Tabla 6.1.2. Resumen de horas de trabajo del alumno en la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: [ICAI15C]

Bibliografía Básica
Libros de texto
• De la Villa, A. Problemas de Álgebra con esquemas teóricos. Ed. CLAGSA Madrid 2010. • López de la Rica, A. y De la Villa, A. Geometría Diferencial. Ed. GLAGSA, Madrid 1997.
Bibliografía Complementaria
Libros de texto
• Burgos, J. Álgebra Lineal y Geometría Cartesiana, Ed. Mc Graw Hill, 2006. • Merino, L. y Santos, E. Álgebra Lineal con Métodos Elementales, Ed. Thomson, 2006. • Burgos, J. Álgebra Lineal. Definiciones, teoremas y resultados. Ed. García-Maroto, 2007. • Do Carmo. Geometría Diferencial de curvas y superficies. Ed. Alianza, 1994.

Tabla 6.1.3. Bibliografía y Recursos de la asignatura Álgebra y Geometría. Fuente: [ICAI15C]

6.2 Tablas de registro para las encuestas

Aspectos competencia CG3	Actividades					
	Clase magistral y presentaciones generales	Pruebas de Seguimiento	Sesiones prácticas	Control de Prácticas	Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno	Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno
Aprendizaje de conocimientos básicos	*	*	*	*	*	*
Capacidad de aprender nuevos métodos y teorías	*	*	*	*	*	*
Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones	*	*	*	*	*	*
Valoración ponderada de la competencia						

*Las celdas amarillas son los inputs que tienen que rellenar tanto alumnos como profesores

Tabla 6.2.1. Tabla que relaciona la competencia general número 3 (CG3) con sus correspondientes actividades. Fuente: elaboración propia.

Aspectos competencia CG4	Actividades					
	Resolución en clase de problemas prácticos	Prueba Intercuatrimestral	Sesiones prácticas	Control de Prácticas	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno	Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno
Capacidad de resolución de problemas	*	*	*	*	*	*
Capacidad de tomar decisiones	*	*	*	*	*	*
Capacidad de razonamiento crítico	*	*	*	*	*	*
Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos de Ingeniería Industrial	*	*	*	*	*	*
Valoración ponderada de la competencia						

*Las celdas amarillas son los inputs que tienen que rellenar tanto alumnos como profesores

Tabla 6.2.2. Tabla que relaciona la competencia general número 4 (CG4) con sus correspondientes actividades. Fuente: elaboración propia.

Aspectos competencia CFB1	Actividades							
	Clase magistral y presentaciones generales	Pruebas de Seguimiento	Resolución en clase de problemas prácticos	Prueba Inter-cuatrimstral	Sesiones prácticas	Control de Prácticas	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno	Realización de trabajos colaborativos por parte del alumno
Capacidad de resolución de problemas matemáticos en ingeniería	*	*	*	*	*	*	*	*
Capacidad de aplicar en la práctica los conocimientos sobre los contenidos de la asignatura	*	*	*	*	*	*	*	*
Valoración ponderada de la competencia								

*Las celdas amarillas son los inputs que tienen que rellenar tanto alumnos como profesores

Tabla 6.2.3. Tabla que relaciona la competencia de formación básica número 1 (CFB1) con sus correspondientes actividades. Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- [MORA11] Mora Ruiz, J.G. y M. Vilalta, Josep, “Garantía de la calidad y rendición de cuentas en las Universidades españolas”, Fundación Europea Sociedad y Educación, 2011.
- [DUBE08] Dubé, S. y Marchi, P., “Évaluation de la qualité de l’enseignement universitaire par des indicateurs”, Fédération étudiante universitaire du Québec, 2008.
- [CIND02] CINDA- Centro Interuniversitario de Desarrollo, “Indicadores Universitarios: Experiencias y desafíos internacionales”, 2002.
- [PALO08] Palomares-Montero, D., García-Aracil, A. y Castro-Martínez, E., “Evaluación de las instituciones de educación superior: revisión bibliográfica de sistema de indicadores”, Revista Española de Documentación Científica, 2008.
- [SARR13] Satter, M., Schram, A., Pumwa, J. y Thomas, V., “Developing KPIs for the Papua New Guinea University of Technology”, PNG University of Technology, 2013.
- [ICAI15A] ICAI, “Manual de Gestión de Calidad”, 2015.
- [ICAI15B] ICAI, “Resultados del título: Grado en Ingeniería Electromecánica (Principales tasas e indicadores)”, 2015.
- [ANEC12] ANECA, “Guía de Apoyo para la elaboración de la Memoria de Verificación de títulos oficiales universitarios (Grado y Máster)”, 2012.
- [ANEC15] ANECA, “Guía de Apoyo para el proceso de seguimiento de títulos oficiales de Grado y Máster. Programa Monitor”, 2015.
- [ANEC14] ANECA, “Guía de Autoevaluación: renovación de la acreditación de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado. Programa ACREDITA”, 2014.
- [ANEC08] ANECA, “Programa AUDIT. Guía de evaluación del diseño del Sistema de Garantía Interna de Calidad de la formación universitaria”, Documento 04, 2008.
- [GOBI15] Gobierno de España, Memoria de verificación del Grado de Ingeniería en Tecnología Industriales para ICAI, <http://www.icaei.upcomillas.es/es/grados/giti>, 2015
- [ANDR13] Andreotti, C., “La empresa debe adaptarse al ERP para mejorar la gestión y la competitividad”, 2013.
- [CUEL_] Cuellar, G.A., “Metodología para la implementación de sistemas ERP”, <http://fccea.unicauca.edu.co/old/erp.htm>.
- [ICAI15C] ICAI, “Guía Docente Álgebra y Geometría GITI y GITI+ADE 2015-2016”, 2015.