

## 2. JUSTIFICACIÓN

Modificaciones realizadas solicitadas por ANECA como aspectos que necesariamente deben ser modificados a fin de obtener un informe favorable a la evaluación sobre la modificación del plan de estudios del Grado en Ingeniería Química por la Universidad Autónoma de Madrid con fecha 26/02/16, expediente nº 599/2008, ID Título 2500273. (En negro se han recogido los aspectos a subsanar indicados en el informe y en verde la subsanación realizada).

La Universidad Autónoma de Madrid presentó una solicitud de modificación de este título que afectaba fundamentalmente al apartado de la planificación de enseñanzas. Por tanto, en las siguientes alegaciones se responde a los aspectos a subsanar relativos al Criterio 5 de la evaluación indicada. Recogemos los aspectos a subsanar tomando como referencia el documento que regula estas enseñanzas (Orden CIN/351/2009). Conviene recordar, no obstante, que en esa orden no se asignan créditos a materias concretas. Por otra parte, tampoco se nos indica en el informe recibido criterios cuantitativos sobre los aspectos a subsanar.

En estas alegaciones hemos adecuado la planificación a las últimas recomendaciones relacionadas con las materias Electrónica y Electrotecnia y Automática y Control y la adquisición de las competencias CE10, CE11 y CE12.

Como respuesta a la cuestión planteada en relación con el Criterio 6 incluimos información sobre el profesorado disponible. Asimismo, relativo al Criterio 7 aportamos la información de los recursos materiales. En este punto, y para intentar clarificar aún más el desarrollo de actividades prácticas dentro del módulo de la Rama Industrial, se ha dividido la Materia existente de experimentación, en la que se integraban todos los laboratorios relacionados tanto con la Ingeniería como con la Ingeniería Química. Así, se ha trasladado la anterior asignatura de Experimentación en Ingeniería Química I al módulo de la Rama Industrial bajo el nuevo epígrafe de Experimentación en Ingeniería dentro de una nueva materia denominada Laboratorio Integrado de Ingeniería, que recoge las enseñanzas prácticas de las asignaturas Ingeniería de Fluidos, Ingeniería Energética y Transmisión de Calor y Termodinámica de los Procesos Industriales, todas ellas asignaturas correspondientes a la Rama Industrial del Grado.

### ASPECTOS A SUBSANAR

#### CRITERIO 5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS

Los 12 créditos asociados a la Materia Electrónica y Electrotecnia y a la Materia Automática y Control, son insuficientes para adquirir las competencias Específicas asociadas (CE10, CE11 y la CE12).

Atendiendo a las indicaciones de la comisión evaluadora, se han aumentado de 12 a 15 los créditos asociados a la consecución de las competencias CE10, CE11 y CE12. Para ello se han unificado las materias “Electrotecnia y Electrónica” y “Automática y Control”

en una sola materia denominada “Fundamentos de Electrotecnia, Electrónica y Automática” que comprende las siguientes asignaturas:

- Electrotecnia: 6 créditos
- Electrónica, Automatización y Control: 9 créditos

Entendemos que esta modificación permite alcanzar las competencias señaladas, por el contenido y extensión de las enseñanzas asociadas a las asignaturas arriba indicadas. De hecho, repasados los planes de estudio del Grado en Ingeniería Química en las distintas Universidades públicas españolas, hemos podido comprobar que el número de créditos adscritos a asignaturas del ámbito de las competencias cuestionadas en el informe es incluso inferior a 15 en algunos casos. Esto incluye alguna situación en la que ya se ha conseguido la acreditación correspondiente con 12 créditos en las materias del ámbito en cuestión, número, este último, que ya teníamos en nuestra planificación anterior.

Por otro lado, si bien es cierto que en la presentación del Título a Verificación la Materia Laboratorio Integrado de Ingeniería Química y las asignaturas en las que se desarrollaba fue verificada como correspondiente al módulo de Tecnología Específica, parte de los créditos que corresponden a esta Materia lo son de la Rama Industrial. Por lo tanto, la asignatura Experimentación en Ingeniería Química I (6 créditos) se ha pasado desde esta materia de Laboratorio Integrado de Ingeniería Química a una nueva materia perteneciente a la Rama Industrial a la que se ha denominado Laboratorio Integrado de Ingeniería siguiendo la justificación expuesta en el Criterio 7.

Por consiguiente, se reestructura el Plan de Estudios de la siguiente forma:

- La Materias “Electrotecnia y Electrónica” y “Automática y Control” se han unificado en una sola materia denominada “Fundamentos de Electrotecnia, Electrónica y Automática” de 15 créditos formada por dos asignaturas Electrotecnia (6 créditos) y Electrónica, Automatización y Control (9 créditos).
- El Trabajo Fin de Grado se reduce de 15 a 12 créditos para poder aumentar los créditos destinados a la Materia Fundamentos de Electrotecnia, Electrónica y Automática para la adquisición de las competencias CE10, CE11 y CE12.
- Se crea una nueva materia en el módulo de la Rama Industrial denominada Laboratorio Integrado de Ingeniería con 6 créditos.
- La asignatura de Experimentación en Ingeniería Química I perteneciente a la materia del Laboratorio Integrado de Ingeniería Química del módulo Tecnología Específica pasa al módulo de la Rama Industrial, dentro de la materia Laboratorio Integrado de Ingeniería, pasando a denominarse esta asignatura Experimentación en Ingeniería.
- La asignatura Experimentación en Ingeniería desarrolla las competencias CE7 y CE8 junto con las asignaturas correspondientes a la Materia de Energía y Mecánica de Fluidos.
- La materia Laboratorio Integrado de Ingeniería Química del módulo Tecnología Específica queda, por tanto, con 12 créditos incluyendo dos asignaturas de 6 créditos cada una: Experimentación en Ingeniería Química correspondiente a la

anterior asignatura Experimentación en Ingeniería Química II y Laboratorio de Desarrollo Industrial y desarrolla las competencias CE21 y CE22.

- El Módulo de Rama Industrial pasa a estar formado por 72 créditos obligatorios.
- El Módulo de Tecnología Específica pasa a estar formado por 66 créditos obligatorios.

De esta forma la asignación de Créditos por Módulos queda como se establece en la siguiente Tabla:

Módulo	Plan Verificado en 2009	Propuesta de Modificación de octubre de 2015	Propuesta de Modificación de marzo de 2016	Mínimo Orden CIN/351/2009
Formación Básica	60	66	66	60
Rama Industrial	72	63	72	60
Tecnología Específica	60	72	66	48
Optatividad (incluye P.E.)	30	24	24	-
Trabajo Fin de Grado	18	15	12	12
TOTAL	240	240	240	180

## CRITERIO 6. PERSONAL ACADÉMICO

Para poder valorar la adecuación del personal académico que impartirán las materias del módulo de la Rama Industrial, se debe incluir el perfil académico (titulación, acreditación), docente (años de experiencia y ámbito de experiencia), investigador (años de experiencia y ámbito de experiencia), profesional (años de experiencia y ámbito de experiencia) y porcentaje de dedicación al título, todo ello por ámbitos de conocimiento.

Como respuesta a la cuestión planteada sobre la adecuación del profesorado, adjuntamos las Tablas 6.1 y 6.2 con los datos relativos al mismo, aunque esta información ya fue incluida en el documento que sometimos a verificación (Verifica), trámite que superamos en su día. El profesorado del que dispone la Universidad Autónoma de Madrid para la impartición de la Rama Industrial del Grado en Ingeniería Química está formado por el personal académico de la Sección Departamental de Ingeniería Química, en la inmensa mayoría de los casos profesores acreditados por la ANECA en la Rama de Ingeniería y Arquitectura, así como por profesorado de otros Departamentos de la Facultad de Ciencias, cuyo perfil asegura la afinidad y adecuación del profesorado a las materias impartidas (Tabla 6.3). Cabe señalar que estos profesores han participado en la impartición, precisamente, del título de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad en Química Industrial, que se ha impartido en la UAM por espacio de más de diez años, cuyas atribuciones profesionales recoge el Grado en Ingeniería Química.

Sobre alguna de las cuestiones que se nos solicita con respecto al profesorado, muy en particular los años de experiencia profesional (entendemos que se refiere al ejercicio fuera del ámbito académico) hemos de admitir que no terminamos de entender el alcance de esta información a los efectos de la evaluación, ya que estamos seguros de que ANECA no considera indispensable tal circunstancia para poder impartir el título.

Tabla 6.1. Recursos docentes para la impartición de la Rama Industrial del Grado en Ingeniería Química.

Profesor	Contrato		Acreditado			Titulación	Doctor
	Categoría	Año	(Figura) <sup>1</sup>	(Rama) <sup>2</sup>	Año		
1	CU	1983	no procede	no procede	-	Química (Esp. Q. Técnica)	Quím. Industrial
2	TU	1998	CU	ING. y ARQ.	2010	CC. Químicas (Esp. Química Industrial)	CC. Químicas. Prog. Ingeniería Química
3	TU	2000	CU	ING. y ARQ.	2013	CC Químicas (Química Industrial)	Química (Prog. Ingeniería Química)
4	TU	2002	CU	ING. y ARQ.	2015	Química	Química
5	TU	2007	TU	ING. y ARQ.	2006	Química (Industrial)	Química (Prog. Ing. Química)
6	TU	2010	TU	ING. y ARQ.	2009	Química	Química
7	TU	2010	TU	ING. y ARQ.	2009	Química	Química (Programa de Química Física)
8	TU	2011	TU	ING. y ARQ.	2010	Química	Química
9	TU	2012	TU	ING. y ARQ.	2010	Química	Química
10	TU	2012	TU	ING. y ARQ.	2011	Química	Ing. Química
11	PCD	2003	TU	ING. y ARQ.	2011	Química	Química
12	PCD	2005	TU	ING. y ARQ.	2014	Química	Química
13	PCD	2006	TU	ING. y ARQ.	2014	Química	Química
14	PCD	2008	TU	ING. y ARQ.	2011	Ing. Química	Ing. Química
15	PCD	2012	PCD	ING. y ARQ.	2011	Química	Química
16	PCD	2012	TU	ING. y ARQ.	2015	Ing. Química	Prog. Ing. Química
17	PCD	2012	PCD	ING. y ARQ.	2012	Ciencias Ambientales	Prog. Ing. Química
18	AYD	2012	PCD	ING. y ARQ.	2015	Química	Prog. Ing. Química
19	AYD	2012	PCD	ING. y ARQ.	2012	Ambientales	Química
20	AYD	2014	TU	ING. y ARQ.	2015	Ing. Industrial	Prog. Ing. de los Sistemas de Prod.

21	AYD	2015	AYD	ING. y ARQ.	2012	Ambientales	Química
22	AS	2002	--	--	--	Química	Química
23	AS	2013	--	--	--	Ing. Telecomunicaciones	--
24	H	2012	TU	ING. y ARQ.	2001	Química (Esp. Q. Técnica)	Quím. Industrial
25	CRYC	2011	PCD	ING. y ARQ.	2011	Química	Prog: Reactividad Química y Tecn. Medioambien.
26	CRYC	2014	AYD	ING. y ARQ.	2005	Ciencias del Mar	Ing. Química (Prog. Ing.de Procesos Quím)
27	CJDC	2016	AYD	ING. y ARQ.	2013	Ciencias Ambientales	Prog. Ingeniería Química
28	TU	2010	No procede	No procede	No procede	Ciencias Químicas	Ciencias Químicas
29	TU	2008	No procede	No procede	No procede	Ciencias Químicas	Ciencias Químicas
30	TU	2011	TU	CC.EXP.	2009	Ciencias Físicas	Ciencias Físicas
31	TU	2010	TU	CC.EXP.	2009	Físicas	Ciencias Físicas
32	CU	1974	CU	CC.EXP.	2009	Ciencias Físicas	Ciencias Físicas
33	AYD	2011	PCD	CC. EXP.	2011	Ciencias Físicas	Ciencias Físicas
34	TU	2006	No procede	No procede	No procede	Ciencias Físicas	Ciencias Físicas
35	TU	2000	No procede	No procede	No procede	Química	Química

<sup>1</sup> Figura: CU: Catedrático de Universidad; TU: Titular de Universidad; PCD: Profesor Contratado Doctor; AYD: Ayudante Doctor; CRYC: Contratado Ramón y Cajal; CJDC: Contratado Juan de la Cierva; AS: Asociado; H: Honorario.

<sup>2</sup> Rama: ING y ARQ: Ingeniería y Arquitectura; CC EXP: Ciencias Experimentales

Tabla 6.2. Recursos docentes para la impartición de la Rama Industrial del Grado en Ingeniería Química (Continuación)

Profesor	Experiencia docente			Experiencia investigadora		% dedicación al título <sup>3</sup>
	Quinquenios	Ámbito I y A (años)	Ámbito Ciencias (años)	Ámbito I y A (Sexenios)	Ámbito Ciencias (Sexenios)	
1	6	42	20	6	--	70-80%
2	5	15	10	3	--	50-65%
3	4	17	3	2	1	50-65%
4	4	15	5	3	--	70-100%
5	3	17	14	2 (solicitado 3º)	--	70-85%
6	3	15	1	3	--	20 - 30%
7	3	15	15	2	--	100%
8	3	17	10	2	--	100%
9	3	18	5	2	--	80-100%
10	3	18	17	2 (solicitado 3º)	--	70 - 85 %
11	4	18	27	2	--	75 - 85%
12	4	13	18	2	--	70 - 85%
13	3	15	2	2	--	40 - 60 %
14	2	11	9	2	--	75-85%
15	2	12	11	1	--	70 - 85%
16	2	12	7	2	--	63-100%
17	2	9	10	1	--	70 - 85%
18	0	5	5	0	--	70 - 80%
19	0	6	9	0	--	70 - 85%
20	0	12	--	0	--	85-95%
21	0	1	--	0	--	100%
22	5	1	19	4	--	10-35%
23	0	3	--	0	--	100%
24	4	15	5	0	--	100 %
25	0	5	4	Acreditación I3 (2014)	--	85 - 90%

26	0	1	11	0	--	95-100%
27	0	1	--	0 (8 años)	--	100%
28	2	7	18	--	4	15-20%
29	3	12	19	--	3	5%
30	4	6	23	--	3	50%
31	4	7	23	--	3	15-20%
32	6	--	42	--	6	10-15%
33	0	6	5	--	0 (4 años)	10-15%
34	4	20	20	3	--	10-15%
35	6	6	30	--	4	30-35%

<sup>3</sup> % de dedicación al título del total de su docencia.

**Tabla 6.3.** Personal académico que ha participado en la impartición de la Rama Industrial del Grado en Ingeniería Química (asignaturas con la denominación del anterior plan de estudios)

<b>Profesor</b>	<b>Asignatura<sup>1</sup></b>	<b>Años</b>	<b>Título<sup>2</sup></b>
1	PI	5	Ingeniero Químico
	CIPQ	6	Ingeniero Químico
	IA	20	Ingeniero Químico, ITI (esp. Química Industrial), Grado en Ingeniería Química
2	IA	4	Grado en Ingeniería Química
4	IF	15	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
	IETC	15	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
	IA	4	Grado en Ingeniería Química
	EIQ I	5	ITI (esp. Química Industrial)
6	TPI	5	Grado en Ingeniería Química
7	TPI	5	Grado en Ingeniería Química
	PI	15	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
8	IF	14	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
	IETC	14	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
	IA	4	Grado en Ingeniería Química
	EIQ I	16	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)

9	IA	8	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
10	IETC	4	Grado en Ingeniería Química
	EIQ I	16	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
11	IF	5	Grado en Ingeniería Química
	EIQ I	15	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
12	TPI	5	Grado en Ingeniería Química
	EIQ I	13	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
13	PI	6	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
	CIPQ	4	ITI (esp. Química Industrial)
14	EIQ I	10	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
15	IA	2	Grado en Ingeniería Química
	EIQ I	8	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
16	TPI	5	Grado en Ingeniería Química
18	CIPQ	4	Grado en Ingeniería Química
	EIQ I	5	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
20	DME	4	Grado en Ingeniería Química
	CIM	4	Grado en Ingeniería Química
	CIPQ	2	Grado en Ingeniería Química
23	CIPQ	3	Grado en Ingeniería Química
24	PI	15	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
25	DME	4	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
	CIM	4	Grado en Ingeniería Química, ITI (esp. Química Industrial)
28	CIM	3	Grado en Ingeniería Química
29	CIM	3	Grado en Ingeniería Química
30	IEE	4	Grado en Ingeniería Química
31	IEE	4	Grado en Ingeniería Química
33	IEE	4	Grado en Ingeniería Química
34	IEE	4	Grado en Ingeniería Química
35	CIM	3	Grado en Ingeniería Química

<sup>1</sup>PI: Proyectos de Ingeniería, CIPQ: Control e Instrumentación de Procesos Químicos, IA: Ingeniería Ambiental, IF: Ingeniería de Fluidos, IETC: Ingeniería Energética y Transmisión de Calor, TPI: Termodinámica de los Procesos Industriales, DME: Diseño Mecánico de Equipos, CIM: Ciencia e



Ingeniería de Materiales, IEE: Ingeniería Eléctrica y Electrónica, EIQ I: Experimentación en Ingeniería Química I.

<sup>2</sup> ITI: Ingeniería Técnica Industrial

## **CRITERIO 7. RECURSOS MATERIALES**

Se debe describir de forma detallada el equipamiento, puestos de trabajo y porcentaje de dedicación al título de los laboratorios empleados en las materias del módulo la Rama Industrial, que permitan alcanzar las competencias del título.

La información adjunta incluye los recursos materiales empleados en las materias del módulo de la Rama Industrial: laboratorios docentes y medios informáticos. En el caso de las instalaciones de laboratorios docentes, cuenta, como ya se indicó en la respuesta al informe anterior, con un edificio que contiene nave para plantas piloto y tres laboratorios docentes. Además se dispone de los laboratorios docentes de otros departamentos implicados en la titulación.

Realizado el análisis respecto a los laboratorios docentes relacionados con contenidos de la Rama Industrial, la anterior asignatura Experimentación en Ingeniería Química I (Materia: Laboratorio Integrado de Ingeniería Química; Módulo de Tecnología Específica), incluía los contenidos prácticos relacionados con las asignaturas Ingeniería de Fluidos, Ingeniería Energética y Transmisión de Calor y Termodinámica de los procesos Industriales (Materia: Energía y Mecánica de Fluidos; Módulo de la Rama industrial), por lo que se ha procedido a cambiar esta asignatura del Módulo de Tecnología Específica al Módulo de la Rama Industrial con el fin de agrupar en el mismo módulo contenidos teóricos y prácticos. Las implicaciones de este cambio en el plan de estudios se han detallado en la respuesta al Criterio 5.

En relación con la Materia “Materiales” se ha incluido la actividad formativa 4 (Clases prácticas de laboratorio y clases con medios informáticos) con el fin de completar esta formación en sus contenidos prácticos. Para ello, se utilizarán los recursos descritos más adelante.

Para completar la información aportada en el documento anterior, a continuación se describe con más detalle el equipamiento disponible para la realización de prácticas relativas a las materias de la Rama Industrial. Muchas de estas asignaturas necesitan utilizar infraestructuras de cálculo y simulación para lo que la Universidad dispone de diferentes salas de ordenadores, dedicando una de las salas de forma casi exclusiva al Grado de Ingeniería Química CIE0 (01.00.LD.104), además de una partición en el PC virtual específica para asignaturas de dicho Grado. Las aulas y dedicación por asignaturas son las siguientes, agrupadas por Materias:

### **Energía y Mecánica de Fluidos (Termodinámica de los Procesos Industriales)**

- **Aula:** CIE0 (01.00.LD.104)
- **Puestos de trabajo:** 46
- **Porcentaje de dedicación de la asignatura:** 8-10%

### Proyectos de Ingeniería

- **Aulas:** CIE0 (01.00.LD.104), CIE2 (01.15.LD.402), CIE5 (01.08.LD.503)
- **Puestos de trabajo:** 144
- 60 PCs virtuales de acceso a AspenONE
- **Porcentaje de dedicación de la asignatura:** 45%

### Fundamentos de Electrotecnia, Electrónica y Automática (Electrónica, Automatización y Control)

- **Aula:** CIE0 (01.00.LD.104)
- **Puestos de trabajo:** 46
- 60 PCs virtuales de acceso a AspenONE, Matlab-Simulink ampliado con System Tollbox.
- **Porcentaje de dedicación de la asignatura:** 12%

Los Montajes experimentales se distribuyen entre la Planta Piloto y 3 laboratorios del Edificio de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos. Cada laboratorio cuenta con 40 puestos en los que se distribuyen las siguientes prácticas de laboratorio:

### Materia: Materiales

- **Laboratorio:** 03.PIQ/PTA.DI.001
- **3 instalaciones** (los estudiantes pasan en grupos de 2 a lo largo del semestre)
- **Porcentaje de dedicación del equipamiento al título:** 100%
- **Breve descripción**

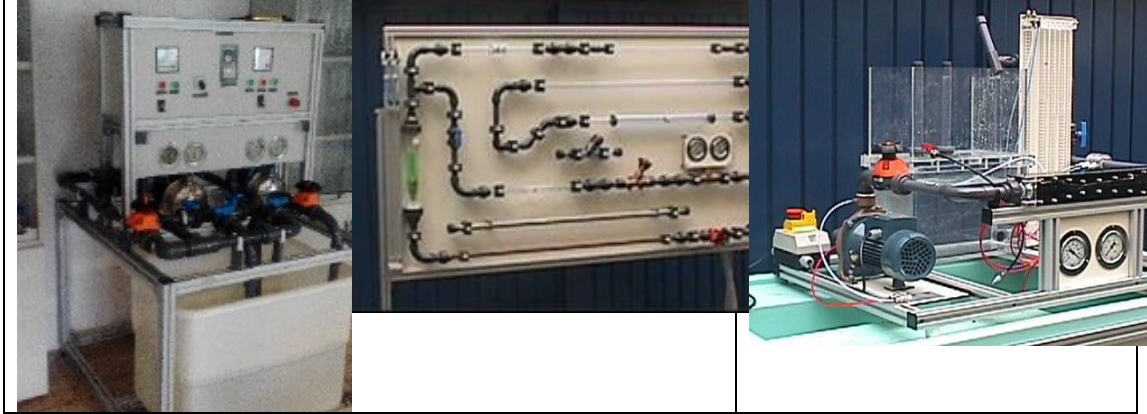
Se dispone de 3 equipos a nivel de planta piloto para la determinación de propiedades mecánicas de materiales: ensayos de resiliencia, dureza y fatiga. A modo de ejemplo se muestran las siguientes imágenes.



### Materia: Laboratorio Integrado de Ingeniería

- **Laboratorios:** 3.IQ.LD.004 y 03.IQ.LD.102
- **20 Instalaciones**
- **Porcentaje de dedicación del equipamiento al título:** 75 %
- **Breve descripción**

Se dispone de 12 instalaciones dedicadas a Ingeniería de Fluidos, 6 a Ingeniería Energética y Transmisión de calor y 2 a Termodinámica de los Procesos Industriales. A modo de ejemplo se presentan las imágenes de algunos de ellos.



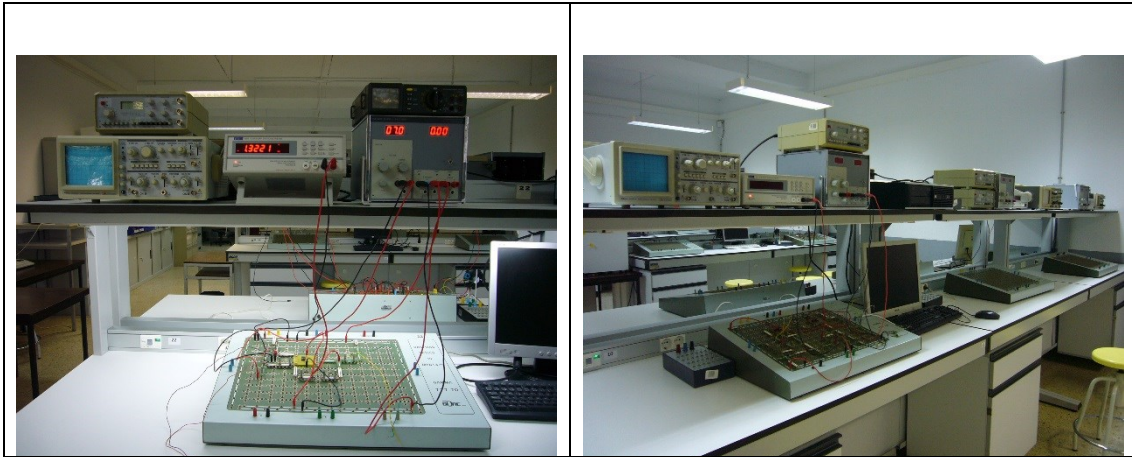
**Materia: Fundamentos de Electrotecnia, Electrónica y Automática**

- **Laboratorio de Electrónica: 01.12.LD.302**
- **Puestos de trabajo: 30**
- **Porcentaje de dedicación del equipamiento al título: 22%**
- **Breve descripción**

En este laboratorio se cursan los contenidos prácticos de la asignatura Electrotecnia del Grado en Ingeniería Química, así como los de otras asignaturas de los Grados en Física, en Ingeniería Informática, en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación y del Programa UAM-Boston. Cada puesto de trabajo está dotado del siguiente equipamiento:

- 1 panel de montajes analógicos
- 1 fuente de alimentación múltiple
- 1 generador de funciones
- 1 osciloscopio de dos canales
- 1 multímetro digital Promax
- 1 multímetro digital TTi
- 1 caja de resistencias variable

El laboratorio dispone también de un trazador de curvas y dos puentes RLC para test de elementos, así como de componentes pasivos y dispositivos, cableado y otros elementos de conexión, para la implementación de los circuitos estudiados en la asignatura.



Se complementa con prácticas de Control de Procesos ubicadas en

- **Laboratorio :** 03.IQ.LD.102
- **2 instalaciones** (los estudiantes pasan en grupos de 2 a lo largo del semestre)
- **Porcentaje de dedicación del equipamiento al título: 100%**
- **Breve descripción.** La instalaciones constan de:
  - UCP-P que consta de una línea principal de aire sobre la que actúan diferentes medidores de presión / caudal y la válvula neumática, una línea secundaria de aire que da servicio a la válvula neumática y un controlador PID conectado a PC para su operación.
  - UCP, Módulo de Control de Caudal, con dos depósitos para almacenar agua, dos bombas centrífugas para la impulsión del líquido y una serie de válvulas y medidores necesarios para el control del caudal, nivel y temperatura.

Las siguientes imágenes muestran algunas instalaciones, a modo de ejemplo.





## 2. JUSTIFICACIÓN

Modificaciones realizadas solicitadas por ANECA **como aspectos que necesariamente deben de ser modificados** a Fin de obtener un informe favorable, con fecha 30/11/2015, expediente nº 599/2008, ID Título 2500273.

(En negro se ha recogido los aspectos a subsanar indicados en el informe y en azul la subsanación realizada.)

### ASPECTOS A SUBSANAR

#### CRITERIO 3. COMPETENCIAS

Al tratarse de un título que habilita para profesión regulada, las competencias deben redactarse de forma idéntica a como aparecen en la Orden CIN/351/2009.

En las competencias generales el ámbito de aplicación de las mismas es la Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química Industrial, y no la Ingeniería Química. Se debe Solventar este aspecto.

Las competencias inicialmente propuestas intentaban recoger la filosofía sobre la que se desarrollaban las contenidas en la Orden CIN/351/2009. La estructura propuesta únicamente dividía alguna de las competencias de cara a asignarlas de forma más clara a las materias, relacionarlas con los objetivos de aprendizaje y el desarrollo del título.

No obstante, siguiendo las recomendaciones de ANECA, todas las competencias han sido redactadas “de forma idéntica a como aparecen en la Orden CIN/351/2009” siendo necesaria, por lo tanto, una reenumeración y ordenación de las competencias, así como de su asignación a las Materias en las que se adquieren.

Para mayor claridad se introduce una tabla con los cambios realizados destacando en azul los contenidos nuevos y en rojo los suprimidos.

#### Competencias Generales *Orden CIN/351/2009*

Documento original	Documento alegación	
CG1	CG1	Capacidad para <del>el diseño</del> , la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería <del>química</del> industrial <del>que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la orden CIN/351/2009 de 9 de febrero, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de:</del> estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.
CG2	CG2	Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos <del>en el ámbito de la ingeniería química</del> de ingeniería descritos en la competencia G1.
CG3	CG3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, <del>así como que le y les</del> dote de <del>una gran</del> versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4	CG4	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, en el <b>ámbito campo</b> de la Ingeniería <b>química Industrial</b> .
CG5	CG5	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, <b>planes de labores</b> y otros trabajos análogos.
CG6	CG6	<del>Facilidad</del> <b>Capacidad</b> para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
CG7	CG7	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
<del>CG11</del>	<del>CG8</del>	Capacidad para aplicar los principios y métodos <del>de seguridad y</del> <b>la</b> calidad.
<del>CG8</del>	<del>CG9</del>	Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa y otras instituciones y organizaciones.
<del>CG9</del>	<del>CG10</del>	Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe <del>,de transmitir conocimientos y resultados y de trabajar en un grupo</del> <b>y multidisciplinar</b>
<del>CG10</del>	<del>CG11</del>	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de <del>su actividad profesional</del> <b>la profesión de Ingeniero Técnico Industrial</b> .

#### Competencias Específicas Orden CIN/351/2009

original	nueva	
CE1	CE1	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.
CE2	CE2	Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
CE3	CE3	Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
CE4	CE4	Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.
CE5	CE5	Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.
CE6	CE6	Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.
CE7	CE7	Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
CE8	CE8	Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.
CE9	CE9	Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales.
CE10	CE10	Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.
CE11	CE11	Conocimientos de los fundamentos de la electrónica.
CE12	CE12	Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.
CE13	CE13	Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.

CE14	CE14	Conocimiento y utilización de los principios de la resistencia de materiales.
CE15	CE15	Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
CE16	CE16	Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.
CE17	CE17	Conocimientos aplicados de organización de empresas.
CE18	CE18	Conocimientos y capacidades para organizar y gestionar proyectos. Conocer la estructura organizativa y las funciones de una oficina de proyectos <del>y una empresa.</del>
CE19	CE19	Conocimientos sobre balances de materia y energía, <del>fenómenos de transporte e ingeniería de la reacción química y su aplicación al diseño de reactores y operaciones de separación.</del> biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
CE20		<del>Conocimientos sobre recursos energéticos y valorización y transformación de materias primas.</del>
CE21		<del>Conocimientos sobre biología y bioquímica y su aplicación a procesos biotecnológicos.</del>
CE22		<del>Conocimiento avanzado de química, técnicas experimentales en química y su aplicación en procesos industriales.</del>
CE23	CE20	Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.
CE24	CE21	Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.
CE25	CE22	Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos
CE26	CE23	<del>Capacidad para realizar, presentar y defender ante un tribunal universitario un ejercicio original a realizar individualmente</del> Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Industrial de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas

#### CRITERIO 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTE

Dicha Comisión de evaluación, de forma colegiada, ha valorado la modificación del plan de estudios de acuerdo con los criterios recogidos en el Protocolo de evaluación para la verificación. A efectos de lo dispuesto en el RD 412/2014 en el acceso a la Universidad para mayores de 40 años en base a su experiencia profesional o laboral, las Universidades deben incluir en la memoria del plan de estudios verificado, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, los criterios de acreditación y ámbito de la experiencia laboral o profesional en relación con cada una de las enseñanzas, de forma que permitan ordenar a los solicitantes. Entre dichos criterios se incluirá, en todo caso, la realización de una entrevista personal con el candidato, que podrá repetir en ocasiones sucesivas.

Se debe aportar y reflejar en la memoria las siguientes cuestiones relacionadas con la propuesta de reconocimiento de hasta 36 créditos por experiencia profesional o laboral:

- 1) definición y cuantificación del tipo de experiencia profesional que podrá ser reconocida y
- 2) justificar dicho reconocimiento en términos de competencias ya que el perfil de egresados ha de ser el mismo.

El procedimiento establecido por el Consejo de gobierno del 11 de Febrero de 2011, en concordancia con lo aprobado en el artículo 6 del Real Decreto 861/2010 por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007 de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales establece, que la experiencia laboral y profesional acreditada podrá ser reconocida en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención de un título oficial, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

En este sentido, en la Universidad Autónoma de Madrid se hace una clara diferenciación entre la posible vía de acceso que nos marca el R.D. 412/2014 y la posibilidad de reconocimiento por experiencia laboral y profesional acreditada incluida en el citado R.D. 1393/2007. Por ello se marcan dos protocolos de trabajo, claramente diferenciados para acceso y para reconocimiento:

a) Protocolo de actuación para el acceso mediante acreditación de experiencia laboral o profesional, para aquellas personas que no posean ninguna titulación académica habilitante para acceder a la universidad por otras vías y cumplan o hayan cumplido los 40 años de edad en el año natural de comienzo del curso académico.

Los estudiantes que optan por esta vía de admisión a los estudios de Grado –mayores de 40 años en base a su experiencia profesional o laboral, deben aportar un *curriculum vitae* en el que se explique la experiencia laboral, junto con la vida laboral del candidato. Para su análisis se establece una Comisión Evaluadora en cada Centro de esta Universidad, que determina si el candidato acredita la experiencia laboral en relación con la titulación.

Existen dos fases en este procedimiento: Una primera en la que se analiza la documentación a valorar entre 0 y 10 puntos, en función de la adecuación a la titulación. Para superar esta fase y ser valorado en la segunda fase deberá obtener, al menos 4 puntos.

Segunda fase- una entrevista personal ante la comisión evaluadora, cuya duración no superará los 20 minutos con el fin de valorar la adecuación de los conocimientos y las competencias del candidato a los objetivos y competencias del título. Esta calificación también deberá superar los 4 puntos, en una escala de 0 a 10, para poder realizar la media con la obtenida en la primera fase.

Se considera que el estudiante ha superado el acceso por esta vía cuando obtenga una calificación igual o superior a 5 puntos.

Los criterios de admisión y el ámbito de la experiencia que permite ordenar a los solicitantes, se justifica por los trabajos realizados en las áreas del ámbito profesional ligado a las diferentes áreas de la Ingeniería o de la Industria Química, y siempre teniendo en cuenta que todos los alumnos del Grado en Ingeniería Química han de tener una buena formación básica en Ciencias (matemáticas, física, química y biología).

Esta admisión no presupone el reconocimiento automático de los 36 créditos a los que puede optar y solicitar cualquier estudiante de la UAM que pueda tener una cualificación profesional adecuada a los objetivos, destrezas, y competencias de los estudios que realice. El protocolo de actuación de reconocimiento de acreditación profesional y laboral está abierto a todos los estudiantes sea cual sea su vía de admisión, con cualificación académica previa o no. Es decir que no se presupone, que la admisión al título de Grado en Ingeniería Química por este procedimiento pueda conllevar un reconocimiento automático de materias curriculares de este título. Será, una vez admitido, cuando se establezca la posibilidad de poder optar al reconocimiento, siguiendo las pautas establecidas.

b) El procedimiento establecido por el Consejo de gobierno del 11 de Febrero de 2011, establece, que la experiencia laboral y profesional acreditada podrá ser reconocida en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención de un título oficial, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título. El número de créditos que sean objeto de reconocimiento a partir de experiencia profesional o laboral y de enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior, en su conjunto, al 15 por ciento del total de créditos que constituyen el plan de estudios, 240 al tratarse de una Titulación de Grado, por lo que el porcentaje establecido supone un umbral máximo de 36 créditos como se ha mencionado en el párrafo anterior.

En el apartado 4.4 se puntualizan las explicaciones sobre este tipo de reconocimiento.

## **CRITERIO 5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS**

Una vez redactadas correctamente las competencias, se debe asignar de forma adecuada las mismas a las materias.

En la redacción actual de las competencias específicas hay varias de ellas que no pueden ser adquiridas a través de las materias/asignaturas propuestas. Por ejemplo, los contenidos de informática no recogen bases de datos, tal como está establecido en la actual competencia CE3.

Los contenidos relativos a bases de datos se han introducido en los contenidos y resultados de aprendizaje de la Materia Informática que se desarrolla en la Asignatura Informática Aplicada.

Las competencias correspondientes al módulo común a la Rama Industrial de la Orden CIN 351/2009 tienen un número de créditos asociado menor al mínimo indicado en dicha orden (60 créditos). Esto se debe a que:



Aunque se han asignado 72 créditos a las materias asociadas a las competencias del Módulo Común a la Rama Industrial, realmente hay 18 que son de formación básica (Ampliación de Química I, Ampliación de Química II y Experimentación en química).

Si bien es cierto que en la presentación del Título a Verificación esta Materia y las asignaturas en las que se desarrollaba fue verificada como correspondiente a la Rama Industrial, parte de los créditos que corresponden a esta Materia podrían integrarse tanto en Formación Básica como en los correspondientes a la Formación Específica de Ingeniería Química e Industria Química. Atendiendo a las recomendaciones de ANECA, estas asignaturas se han redistribuido según sus características específicas.

Las Asignaturas han sido divididas en asignaturas de 6 créditos integrándose la de Experimentación en Química dentro de la Materia Química correspondiente a Formación Básica y las asignaturas inicialmente contempladas como Ampliación de Química I y II en la Rama de Tecnología Específica Ingeniería Química e Industria Química, dentro de la Materia de Ingeniería de Procesos y Productos de la Industria Química conformando las asignaturas de Química Analítica en la Industria y Química Orgánica Industrial. Este cambio de distribución de asignaturas generaría un desequilibrio y un menor número de créditos en la Rama Industrial que los establecidos en la Orden CIN/351/2009. Sin embargo, atendiendo a otra de las recomendaciones, se ha introducido en el Módulo de la Rama Industrial una nueva asignatura de 6 créditos denominada “Teoría de Máquinas y Mecanismos”, que permite la adquisición de la competencia CE13 indicada en la evaluación como poco justificada. Por otro lado, y atendiendo a otra de las recomendaciones del informe ANECA, se ha intensificado la Materia Proyectos, pasando de 6 créditos a 9 créditos y ampliando su temario para poder complementar la adquisición de la competencia CE17 relacionada con la organización de empresas.

Por consiguiente, para subsanar algunas de las carencias reflejadas en el informe ANECA se reestructura el Plan de Estudios de la siguiente forma:

- La asignatura de Experimentación en Química pasa al Módulo de Formación Básica dentro de la Materia Química. Por consiguiente este Módulo de Formación Básica pasa a tener 66 créditos intensificándose la formación en Química.
- El Módulo de Rama Industrial pierde 18 créditos correspondientes a la Materia de Química y Materiales, que pasa a ser únicamente de Materiales, quedando con 6 créditos. La disminución de créditos se ve compensada con la inclusión de una nueva Materia con una única asignatura “Teoría de Máquinas y Mecanismos” de 6 créditos y el aumento de la Materia Proyectos compuesta por la asignatura “Proyectos de Ingeniería” que pasa a ser de 9 créditos. De esta forma el Módulo de Rama Industrial estaría conformado por 63 créditos obligatorios.
- El Módulo de la Rama de Tecnología Específica: Ingeniería Química e Industria Química se incrementa en 12 créditos correspondientes a las asignaturas de Química Analítica en la Industria y Química Orgánica Industrial, ambas de 6 créditos que se integran en la Materia de Ingeniería de Procesos y Productos de la Industria Química.
- La optatividad del Grado se reduce desde los 30 créditos anteriores a 24 créditos para poder introducir la asignatura obligatoria de Teoría de Máquinas y Mecanismos impartida en el Módulo de Rama Industrial.
- El Trabajo Fin de Grado se reduce de 18 créditos a 15, para poder aumentar los créditos destinados a la Materia de Proyectos e intensificar en su desarrollo la dedicación a los conocimientos aplicados a la organización de empresa que constituyen la competencia CE17. Consecuentemente, la guía del TFG se adaptará en formato y en exigencias a la nueva dimensión de créditos.

De esta forma la asignación de Créditos por Módulos queda como se establece en la siguiente Tabla:

Módulo	Plan Verificado en 2009	Plan de Estudios Modificado 2015	Mínimo Orden CIN/351/2009
Formación Básica	60	66	60
Rama Industrial	72	63	60
Tecnología Específica	60	72	48
Optatividad (incluye P.E.)	30	24	-
Trabajo Fin de Grado	18	15	12
TOTAL	240	240	180

**Además, en algunas materias se incluyen competencias correspondientes al Módulo de Tecnología Específica. Por todo ello, el número de créditos asociados a las competencias de la Rama Industrial será sólo parte de los créditos de dichas materias. Se deben resolver estos aspectos.**

Se ha repasado la asignación de competencias. En la versión anterior algunas competencias podían solapar entre el Módulo de Tecnología Específica y el de la Rama Industrial, y viceversa. Algunas asignaturas, como no puede ser de otra manera, están relacionadas y aplican los resultados de aprendizaje de otras para desarrollar competencias. Esto ha hecho que pudiera existir cierto aparente solapamiento. Para clarificar la cuestión se han reasignado las competencias de tal forma que en el Módulo correspondiente a la Rama Industrial únicamente se adquieren las relativas a dicha Rama Industrial. Las otras competencias inicialmente asignadas a alguna Materia de este Módulo eran redundantes puesto que se adquirían en las Materias correspondientes a Tecnología Específica; la intención de la asignación inicial era poner de relieve la relación de los contenidos y competencias de la Rama Industrial con su aplicación a materias del Módulo de Tecnología específica.

Por ejemplo:

a) a la materia Automática y Control (6 ECTS) se le asignan dos competencias, la CE12 (común a la Rama Industrial) y CE25 (Tecnología Específica);

Se ha eliminado la competencia CE25 de esta Materia puesto que se adquiere en otras materias del módulo de Tecnología Específica. Con la antigua asignación se pretendía poner de manifiesto la relación entre ambas competencias y la necesidad de adquirir los conocimientos básicos (CE12) para poderlos aplicar (CE25). Evidentemente ambas competencias están relacionadas y no es fácil delimitarlas. No obstante y para una mayor claridad, se han segregado en función de las Materias en las que se adquieren en mayor proporción.

b) en la materia Energía y Mecánica de Fluidos se incluyen las competencias CE7 y CE8 (común a la Rama Industrial) y la competencia CE19 (Tecnología Específica);

Se ha eliminado la competencia CE19 de esta materia puesto que se adquiere en otras Materias de Tecnología Específica. Evidentemente, la CE19 es una competencia muy amplia que está relacionada con buena parte de los contenidos de otras materias, tanto de la Rama Industrial como de Tecnología Específica.

c) a la materia Proyectos se le asignan dos competencias, la CE 18 (común a la Rama Industrial) y CE23 (actual CE20) (Tecnología Específica).

Se ha eliminado la competencia CE19 de esta Materia puesto que se adquiere en otras Materias de Tecnología Específica.

**Los contenidos y resultados de aprendizaje de algunas materias no permiten la adquisición de algunas de las competencias que tienen asignadas, por no estar relacionados con las mismas. Por ejemplo, la CE13, CE15, CE23 (actual CE20). Se debe solventar estos aspectos.**

Se han repasado pormenorizadamente los contenidos y resultados de aprendizaje de los Módulos corrigiendo algún contenido que aparecía en la versión inicial presentada a Verificación y que se había eliminado en la versión presentada a Modificación.

Respecto a cada una de las competencias indicadas:

CE13: Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.

Esta competencia queda asignada a una nueva Materia de 6 créditos con el nombre Maquinas y Mecanismos introducida en la Rama Industrial. Los contenidos de la Materia y los resultados de aprendizaje justifican la adquisición de la citada competencia.

CE15: Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación

En la asignatura Proyectos de Ingeniería ya estaban incluidos estos contenidos en la memoria de Verificación original (2009); puede que en esta nueva versión se haya descuidado la descripción de contenidos o resultados de aprendizaje. Se han repasado los contenidos y resultados de aprendizaje de esta Materia para garantizar la adquisición de la competencia. Por otro lado, esta Materia/Asignatura se ha intensificado incrementándola en 3 créditos, de tal forma que actualmente pasa a tener 9 créditos y además de esta competencia aborda otras relacionadas con la organización de empresas.

CE23 (actual CE20).- Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.

Esta capacidad se adquiere en el Módulo de Tecnología Específica dentro de la Materia de Ingeniería de Procesos y Productos de la Industria Química. Tanto los descriptores como los resultados de aprendizaje aluden a la capacidad de análisis, diseño, simulación y optimización de procesos, por lo que entendemos que esta competencia está correctamente asignada. Dentro de esta materia y, más concretamente, dentro de la asignatura Ingeniería de Procesos y Producto se desarrollan los principios básicos de Simulación de Procesos en un porcentaje importante de la misma. Por la metodología docente empleada en esta asignatura, la simulación de procesos se incorpora a la troncalidad de la titulación en el contexto de la Ingeniería de Procesos, permitiendo introducir al estudiante al desarrollo de nuevos procesos y productos y/o la modificación de otros ya existentes con una herramienta poderosa que permita resolver las tareas correspondientes con rapidez, rigor, carácter extensivo, etc, desde la perspectiva de las exigencias de la industria actual.

**Se debe revisar la asignación de créditos a las materias ya que en algunos casos son insuficientes. Por ejemplo:**

Se han reestructurado e incrementado los créditos correspondientes al Módulo de Rama Industrial, adecuando la adquisición de competencias a los créditos asignados a cada Materia y distribuyéndolos de tal forma que éstas puedan ser correctamente adquiridas:

Los 6 créditos asociados a la Materia Electrónica y Electrotecnia, son insuficientes para adquirir las competencias Específicas asociadas (CE10, CE11).

Los 6 créditos correspondientes a la Materia Electrotecnia y Electrónica que se desarrolla en la Asignatura de Ingeniería Eléctrica y Electrónica desarrollan íntegramente la competencia CE10 y parte de la CE11. Esta competencia CE11 también se adquiere en la Materia Automática y Control, en la que se han intensificado tanto los contenidos como los objetivos de formación en Automática y Electrónica.

Los 6 créditos asociados a la Materia Empresa, son insuficientes para adquirir las competencias Específicas asociadas (CE6, CE17).

La competencia CE6.-Conocimiento adecuado del concepto empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y Gestión de Empresa, es adquirida en la Materia Empresa, mientras que la competencia CE17.-Conocimientos aplicados de organización de empresa, es parcialmente desarrollada en la Materia Empresa y completada en la Materia Proyectos dentro de la Rama Industrial, Para que esta Materia pueda desarrollar adecuadamente esta competencia se ha incrementado su número de créditos en 3, pasando de una asignatura de 6 créditos a otra de 9.

**Dado que es un título habilitante de carácter eminentemente práctico, para el desarrollo de la AF4 (clases prácticas de laboratorio y clases con medios informáticos), asignada a un gran número de materias, se debe disponer de los recursos de laboratorio necesarios para la adquisición de las correspondientes competencias. Dicha información detallada (equipamiento, programas informáticos, puestos de trabajo, porcentaje de dedicación al título,...) se debe incluir en el criterio 7 y solicitar la correspondiente modificación.**

En la Modificación presentada no se han incrementado las actividades de carácter práctico respecto a las ya verificadas, sólo se han redefinido las actividades formativas. Sin embargo, atendiendo al informe preliminar de ANECA, se ha solicitado modificar el punto 7 y describir pormenorizadamente los recursos que pone la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid a disposición exclusiva del Grado en Ingeniería Química. Aunque en el punto 7 se describen pormenorizadamente, algunas instalaciones singulares son el Edificio Planta Piloto de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, donde además de la Planta Piloto existen tres laboratorios completamente equipados para impartir la Materia de Laboratorio Integrado de Ingeniería Química, dos aulas de informáticas de dedicación exclusiva al Grado, así como, una partición dentro del PC virtual dedicada en exclusiva a programas utilizados en la docencia del Grado en Ingeniería Química.

#### **CRITERIO 6. PERSONAL ACADÉMICO**

La universidad indica que posee personal académico suficientemente acreditado en un conjunto de áreas de conocimiento, entre las cuales solo se encuentra en el ámbito de la Ingeniería, la Ingeniería Química. Además se indica que se cuenta con la colaboración del profesorado de otros centros de la universidad. Dado que el título habilita para la profesión de Ingeniero Técnico Industrial y que contiene materias que normalmente están asociadas a áreas de conocimiento ingenieriles, para valorar la adecuación del personal académico, se debe especificar el perfil formativo (formación académica), académico (años de experiencia docente por ámbito de conocimiento), investigador (años de experiencia investigadora por ámbito de conocimiento) y profesional (años de experiencia profesional por ámbito de conocimiento) del personal que participará en la titulación, tanto del propio centro como de otros centros, así como su dedicación al título.

Los datos relativos al personal académico dedicado a la impartición de Grado en Ingeniería Química han mejorando respecto a los inicialmente presentados en la Memoria de Verificación. La Universidad Autónoma de Madrid, en 1998, inició la creación de un grupo de profesores del área de conocimiento de Ingeniería Química, implantando en el curso 1999/2000 en título de Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial. En 2005 se constituyó la Sección Departamental de Ingeniería Química que ha crecido incorporando Doctores acreditados para las diferentes figuras docentes por ANECA dentro de la Rama de Ingeniería y Arquitectura. En el punto 6 se describe pormenorizadamente el personal académico involucrado en el Grado. Como se puede apreciar en este punto, la actividad investigadora (sexenios) de estos profesores ha sido evaluada por el Comité Asesor 6 (1) (Tecnologías Mecánicas y de la Producción) del Área de Conocimiento Ingenierías y Arquitectura de la CNAI. Además, el grupo cuenta con profesores no permanentes, un Doctor Ingeniero Industrial y un Ingeniero en Telecomunicaciones que por su actividad profesional colabora como Profesor Asociado. El título de Grado en Ingeniería Química impartido en la UAM se encuentra entre los mejor valorados por los distintos ranking publicados.

## 2.1. Interés académico, científico o profesional del mismo

La Ingeniería Química se inicia como especialidad diferenciada de otras ramas de la ingeniería hace ya más de cien años. Los primeros estudios oficiales se implantaron en el Reino Unido hacia 1885 y pocos años después en los Estados Unidos. De esta manera, el primer programa de Bachelor en Ingeniería Química se establece en el Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) en 1888. Los titulados en esta especialidad conforman un perfil profesional específico con competencias relacionadas con la concepción, el diseño y la operación de instalaciones químico-industriales. El reconocimiento de la profesión de Ingeniero Químico tiene lugar rápidamente en Estados Unidos, al crearse el Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) en 1908, y en el Reino Unido, donde se crea la Institución de Ingenieros Químicos (Institution of Chemical Engineers, IChemE) en 1922.

Los estudios de Ingeniería Química, con programas de 3, 4 ó 5 años, existen prácticamente en todos los países de la U.E., bien diferenciados de las otras ingenierías. La evolución de la titulación de Ingeniero Químico en Europa presenta algunas particularidades, dado que el papel de estos profesionales fue asumido inicialmente por Químicos especializados en Procesos Industriales o por Ingenieros especializados en Procesos Químicos. Así, la titulación de Ingeniería Química fue implantada en Francia hacia 1950, con la creación de las Escuelas Superiores de Ingeniería Química de Toulouse y de Industrias Químicas de Nancy, mientras que en Alemania se retrasó hasta la década de los 70, ya que la formación de ingenieros para la industria química se llevaba a cabo en las Escuelas de Ingeniería universitarias con una especialización en Técnicos de Procesos (Verfahrenstechnik) o en los Institutos de Química con una especialización en Química Técnica (Technische Chemie). Esta misma estructura se ha mantenido en las Escuelas Técnicas (Fachhochschulen). En España la situación ha sido similar a ésta, hasta que en 1992 con el desarrollo de la Ley de Reforma Universitaria, se establece la denominación y directrices generales de los Títulos de “Ingeniero Químico” y de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial”. En 1993 dan comienzo los estudios en algunas Universidades, implantándose progresivamente en otras muchas. En la actualidad, la titulación de Ingeniero Químico se imparte en 31 Universidades públicas y la de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad de Química Industrial” en 23.

Respecto a las atribuciones profesionales de los Ingenieros Químicos, del mismo modo que otras nuevas titulaciones creadas como consecuencia de la Ley de Reforma Universitaria, no se han recogido oficialmente hasta la fecha. Sin embargo, sí están oficialmente reconocidas las de los Ingenieros Técnicos Industriales. Especialidad en Química Industrial, a través de su Colegio Profesional. El mercado laboral parece no ser particularmente sensible a la existencia o no de atribuciones oficialmente recogidas, dado que ambos profesionales han sido ampliamente aceptados y no se ven ofertas de trabajo

en las que se excluya a los Ingenieros Químicos, bien al contrario, estos titulados han venido encontrando una muy buena aceptación desde la creación en España de la carrera con esta denominación específica. El mercado parece más atento a las competencias profesionales de ambos, siendo éstas las que, en definitiva, determinan la contratación de unos y otros titulados. No obstante, el Grado en Ingeniería Química que se presenta recoge las competencias que adquieren los actuales Ingenieros Técnicos Industriales. Especialidad en Química Industrial, dado que incluye entre las materias que constituyen el plan de estudios las recogidas en las directrices generales propias de este título.

### ***La titulación de “Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad en Química Industrial” en la UAM***

Los estudios de Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad en Química Industrial se empiezan a impartir en la UAM en el curso académico 1999/2000, como resultado de una apuesta decidida por la incorporación de un área de conocimiento, Ingeniería Química, hasta entonces inexistente en nuestra Universidad y cuya presencia se juzgaba de interés. En menos de una década, dicha área ha conocido un desarrollo importante, tanto en términos de personal docente e investigador, como en lo que se refiere a infraestructuras materiales. Baste destacar, en este segundo apartado, la construcción de un edificio sede de los laboratorios e instalaciones piloto en las que se imparten las materias de carácter práctico de la titulación de Ingeniero Técnico Industrial. Dicho edificio, compartido con las titulaciones de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Nutrición Humana y Dietética, constituye una referencia de la calidad de la oferta docente de la UAM en estas titulaciones.

En definitiva, la titulación de “Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad en Química Industrial” forma parte de los planes de la UAM para corregir un desequilibrio derivado de la ausencia de titulaciones de carácter técnico que completen su oferta y, consecuentemente, las oportunidades de sus titulados en el mercado laboral. Así, en los últimos diez años nuestra Universidad ha apostado decididamente por la incorporación de carreras de ingeniería, creando Departamentos o Secciones Departamentales adaptadas al perfil docente e investigador propio de las mismas. Junto a la titulación objeto de este informe se han implantado las de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicaciones, todas ellas con una alta demanda y estrechamente relacionadas con el sustrato científico de la UAM. Estas nuevas titulaciones de carácter técnico han tenido una excelente acogida, reflejada en el número de alumnos matriculados.

### ***Inserción laboral***

En base al análisis realizado en el Libro Blanco de la Titulación de Ingeniero Químico se puede asegurar que esta titulación presenta una alta demanda, acompañada (y muy probablemente consecuente) de una muy buena acogida en el mercado laboral. La práctica totalidad de los titulados encuestados encontró empleo en tan sólo cinco meses, como término medio. El grado de satisfacción de este primer empleo es alto, dado que más de las tres cuartas partes de los graduados considera que la categoría profesional de que disfruta es la adecuada a su nivel de estudios. Como se ha indicado, esta situación es muy probablemente la causa principal de la demanda de estudiantes hacia la carrera.



Pese a la todavía corta historia de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad en Química Industrial en la UAM, ésta parece haberse ganado un buen reconocimiento, a tenor de la pronta y fácil inserción laboral de los titulados. De hecho, en el último año, más del 30 % de los estudiantes que presentaron su Proyecto Fin de Carrera ya ocupaban un puesto de trabajo en empresas relacionadas con su especialidad. El gran esfuerzo realizado por esta Universidad para ofertar plazas de Prácticas Externas ha permitido que nuestros estudiantes entren en contacto directo con empresas, con un notable éxito en cuanto a su contratación final por las mismas.

### ***Oportunidad de Implantar el título***

De acuerdo con la estructura de los estudios de Ingeniería Química vigente en otros países europeos, sustentada por las recomendaciones de la Federación Europea de Ingeniería Química, la formación de profesionales en esta especialidad debe llevarse a cabo en dos niveles: Grado y Postgrado. La titulación de Grado en Ingeniería Química debe formar profesionales que conozcan el diseño de procesos y productos, incluyendo la concepción, cálculo, construcción, puesta en marcha y preparación de equipos e instalaciones donde se efectúen procesos en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados, como el farmacéutico, biotecnológico, alimentario o medioambiental. Estas directrices del Grado coinciden en todo lo esencial con las del título de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial”, que actualmente se imparte en la UAM, por lo que la implantación del Grado en Ingeniería Química no exigiría un esfuerzo adicional significativo, ya que se dispone de los recursos humanos, de infraestructura y materiales necesarios.

Por otra parte la UAM posee en la actualidad una amplia oferta de Programas de Postgrado que permitiría completar la formación de estos profesionales. Entre ellos, cabe destacar el Programa de Doctorado en “Ciencia y Tecnología de Alimentos e Ingeniería Química”, con Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia.

### ***Normas reguladoras del ejercicio profesional***

El Grado en Ingeniería Química que se presenta recoge las competencias que adquieren los actuales Ingenieros Técnicos Industriales. Especialidad en Química Industrial recogidos en la Ley 12/1986 (BOE n. 79 de 2/4/1986), modificada por la Ley 33/1992, de 9 de Diciembre, (BOE n. 296 de 10/12/1992) de modificación de la Ley 12/1986, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos, junto a las capacidades adquiridas por los actuales Ingenieros Químicos cuyo Título quedó establecido en 1992 mediante el Real Decreto 923/1992 (BOE 27 de Agosto de 1992).

## **2.2. Referentes externos**

La selección de las materias correspondientes al grado que aquí se propone se ha realizado teniendo en cuenta los planes de estudio de los títulos de “Ingeniero Químico” e “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial” vigentes en la

actualidad, especialmente el de la segunda de las titulaciones indicadas en la Universidad Autónoma de Madrid, cuyos contenidos se adecuan a las atribuciones profesionales del Ingeniero Técnico Industrial, que se recogen en los documentos correspondientes que ya han sido comentados en el punto 1.6. Así mismo, se han tenido en cuenta la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial (BOE viernes 20 de febrero de 2009) y los planes de estudio de otras universidades europeas y americanas de reconocido prestigio.

Por otra parte, el diseño del grado se ha realizado teniendo en cuenta las recomendaciones emitidas por diferentes organismos nacionales e internacionales de referencia, relativas a las competencias a adquirir por el graduado en Ingeniería Química, y a la estructura de los estudios y metodología necesarios para su adquisición, de forma que le capaciten para el ejercicio profesional. Estos referentes son:

- **Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero**, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial (BOE viernes 20 de febrero de 2009).
- El plan de estudios de la titulación de Ingeniería Técnica industrial. Especialidad en Química Industrial de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Los títulos de Ingeniero Químico e Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial, vigentes a la entrada en vigor de la Ley Orgánica de Universidades 4/2007 de 12 de abril por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre. El Título de Ingeniero Químico se estableció en 1992 mediante el Real Decreto 923/1992 (BOE 27 de agosto de 1992) y el Título de Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial mediante el Real Decreto 1405/1992 de 20 de noviembre (BOE 22 de diciembre de 1992).
- **Real Decreto 1993/2007** por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE 30 de Octubre de 2007).
- Guía de apoyo para la elaboración de la memoria para la solicitud de verificación de títulos oficiales publicada por la ANECA en el año 2008.
- **Planes de estudio de otras universidades**. Se han tomado como referentes las siguientes universidades europeas y americanas:
  - Cambridge University (4ª universidad en el ranking de Shanghai 2007).
  - Imperial College of London (3ª universidad europea en el ranking de Shanghai 2007).
  - Stanford University (2ª en el ranking de Shanghai 2007).
  - California-Berkeley University (3ª en el ranking de Shanghai 2007).
  - MIT (5ª en el ranking de Shanghai 2007).
- Libros blancos del Programa de Convergencia Europea de la ANECA  
Éstos incluyen el Libro Blanco del título de Grado en Ingeniería Química: [http://www.aneca.es/var/media/150264/libroblanco\\_ingquimica\\_def.pdf](http://www.aneca.es/var/media/150264/libroblanco_ingquimica_def.pdf) el Libro Blanco de Titulaciones de Grado de Ingeniería de la Rama Industrial (propuesta de las Escuelas que imparten Ingeniería Técnica Industrial: <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otros-documentos-de-interes/Libros-Blancos/Libro-Blanco-de-Titulaciones-de-Grado-de-Ingenieria-de-la-Rama-Industrial>



; el Libro Blanco de Titulaciones de Grado de Ingeniería de la Rama Industrial (propuesta de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales: [http://www.aneca.es/media/150232/libroblanco\\_industrialessup\\_def.zip](http://www.aneca.es/media/150232/libroblanco_industrialessup_def.zip)

- El Working Party de Educación de la European Federation of Chemical Engineers (EFCE), <http://www.efce.org>.
- **Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)**, de Estados Unidos. Es el organismo encargado de acreditar los programas en dicho país (<http://main.abet.org/aps/Accreditedprogramsearch.aspx> )
- Las competencias que debe adquirir un estudiante para obtener el Grado en Química y en Ingeniería, definidos por la **Agencia de Calidad Universitaria Británica** (QAA - Quality Assurance Agency for Higher Education) <http://www.qaa.ac.uk>
- Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales (COITI) y la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química (CODDIQ). Documento conjunto de las Conferencias de Directores de Ingeniería Técnica Industrial, Ingeniería Industrial y Directores y Decanos de Ingeniería Química (junio 2008): [http://www.coddig.es/media/Propuesta\\_de\\_consenso\\_CDITI\\_CDII\\_CODDIQ.doc](http://www.coddig.es/media/Propuesta_de_consenso_CDITI_CDII_CODDIQ.doc). Guía de Apoyo para la elaboración de la memoria del título oficial de Grado en Ingeniería Química (Recomendaciones de la CODDIQ, junio 2008): ([http://www.coddig.es/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=8&Itemid=52](http://www.coddig.es/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=8&Itemid=52))
- Diversas encuestas realizadas a docentes, investigadores, empleadores del sector químico industrial, egresados y estudiantes de Ingeniería Química y de Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad en Química Industrial,, sin olvidar el nivel de preparación en ciencias de los estudiantes previo al ingreso en la Universidad.
- Diversas organizaciones como la EFCE (European Federation of Chemical Engineers), ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), CESAER (Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research) exponen la necesidad de dos niveles formativos relacionados con la profesión de Ingeniero Químico, de forma que el primer nivel corresponda a profesionales con un perfil más aplicado a la Industria. El Working Party de la EFCE emitió en febrero de 2005 el documento “Recommendations for Chemical Engineering Education in a Bologna Two Cycle Degree System”, aceptando que:  
*“los grados de primer y segundo ciclo deben tener diferentes orientaciones y perfiles para acomodarse a la diversidad de necesidades individuales, académicas y del mercado laboral”*  
*“el primer ciclo debe enfatizar en los contenidos del núcleo común de la ingeniería química (núcleo) entendida como la tecnología de modificar, separar y reaccionar materiales y sustancias”.*

Las competencias a adquirir por el estudiante para obtener el grado en Ingeniería Química se basan en las recogidas en el Libro Blanco del título de Grado en Ingeniería Química y en los documentos emitidos por diversas organizaciones como la EFCE o la CODDIQ, de acuerdo con el perfil profesional para dicha titulación.

La elaboración del plan de estudios se ha realizado teniendo muy en cuenta la propuesta del Libro Blanco del título de Grado en Ingeniería Química y el plan de estudios de la

titulación de Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad en Química Industrial de la UAM. De acuerdo con el Libro Blanco, el título debe contemplar por una parte una formación generalista en ciencias básicas (Matemáticas, Física, Química y Biología) y en materias tecnológicas básicas; por otra una formación específica de Ingeniería Química para poder abordar el estudio de sistemas en los que las sustancias experimentan una modificación en su composición, contenido energético o estado físico. Así, el Grado que aquí se propone se estructura en cuatro bloques, uno de formación básica, otro común a la rama industrial, uno de tecnología específica de química industrial y otro de intensificación, además de los módulos correspondientes a las Prácticas Externas y al Trabajo Fin de Grado, que también se recogen en la propuesta del Libro Blanco. Todos los contenidos que el Libro Blanco establece como comunes obligatorios para el Grado en Ingeniería Química (Tabla 1) quedan recogidos en la propuesta de Grado, si bien la distribución entre los diferentes módulos presenta ligeras diferencias. Todas las materias troncales del título vigente de “Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad de Química Industrial” (Tabla 2), y en particular del que se imparte en la UAM (Tabla 3), quedan recogidas en el plan de estudios de la presente propuesta de grado. Dichas materias troncales se amplían con una intensificación en una materia propia y específicamente característica de la Ingeniería Química como es la Cinética y Reactores Químicos, y la inclusión como asignatura obligatoria de la Ingeniería de Procesos Biotecnológicos, consecuente con la importancia actual de este campo en el ámbito de la Ingeniería Química. Se incluyen además otras materias obligatorias, con contenidos relacionados con las asignaturas de Diseño Mecánico de Equipos, Ciencia e Ingeniería de Materiales, Ingeniería de Procesos y Producto e Ingeniería Ambiental, para una mejor adaptación de los estudios al perfil profesional del Ingeniero Químico. El programa se completa con una variedad de asignaturas optativas de forma que la oferta cubra las necesidades formativas de los diferentes perfiles profesionales que el estudiante podrá desarrollar en su futura vida laboral (industria manufacturera, diseño, servicios, etc.).

La estructura de los estudios se ha comparado con los programas de diversas universidades europeas y americanas. La EFCE recomienda para el Grado en Ingeniería Química en Europa un currículum base que represente aproximadamente el 50% de los cursos de los programas de Ingeniería Química, que se divide en tres grupos: Ciencias Básicas, que debe incluir más materias de Química que otras ingenierías; Ingeniería, con materias específicas de la Ingeniería Química; Electivos, asignaturas orientadas a dar una formación adicional en aspectos no ingenieriles o en campos más especializados. Los contenidos que según la EFCE deberían aparecer en todos los programas de Ingeniería Química de las universidades europeas son las Matemáticas, uso de ordenadores, Física, Química, Termodinámica/Químico-física, mecánica de fluidos, fenómenos de transporte, operaciones unitarias, ingeniería de la reacción química, diseño de plantas, equipamiento, materiales, dinámica y control de procesos, laboratorio de Ingeniería Química y seguridad y medio ambiente. Como se puede comprobar todas estas materias están incluidas en la actual propuesta de grado. De la misma forma, la mayor parte de las titulaciones europeas presentan un currículum base como el sugerido por la EFCE, si bien los grados de las instituciones alemanas y algunos centros del Reino Unido o Francia están más orientados hacia Ingeniería Mecánica o Química Industrial. Como ejemplos se pueden citar las titulaciones ofertadas por el Imperial College de Londres o la Universidad de Cambridge. El primero ofrece dos grados de Ingeniería Química de 270 créditos ECTS, uno de ellos con un año de estudios en el extranjero. Tanto los contenidos como la estructura de las

enseñanzas resultan muy similares a la del grado que aquí se plantea. Los dos primeros cursos incluyen las materias básicas y tecnológicas así como asignaturas de introducción a las materias específicas de Ingeniería Química, acompañadas de prácticas de laboratorio y de planta piloto. El tercer año se dedica a una intensificación en materias específicas de la Ingeniería Química y una serie de asignaturas optativas relacionadas con los ámbitos de la gestión y las humanidades. En el cuarto año los estudiantes completan las asignaturas optativas y el Trabajo Fin de Grado. En la titulación ofertada por la Universidad de Cambridge, las asignaturas básicas en ciencias naturales e ingeniería se concentran en el primer curso, y los otros dos se dedican a las materias específicas de la Ingeniería Química.

Al igual que los planes europeos, los programas de las universidades americanas incluyen asignaturas de materias básicas, química avanzada, ingeniería y un núcleo importante de materias específicas de la ingeniería química. Algunos ejemplos son los grados ofertados por la universidad de Stanford, California-Berkeley o el MIT. Un aspecto a destacar es la considerable carga docente correspondiente a las asignaturas no relacionadas directamente con la Ingeniería Química, tales como Comunicación Oral, Humanidades y Ciencias Sociales. Este hecho también se contempla en el grado que proponemos desde la UAM, mediante la inclusión de un amplio catálogo de materias transversales.

En cuanto a la metodología docente, tanto el Libro Blanco como la EFCE recomiendan reorientar la enseñanza hacia el nuevo sistema de habilidades/capacidades, con objetivo final de “saber cómo”. Así, la lección magistral y la reproducción memorística deben pasar a ser un componente más y no el más relevante del método educativo. A lo largo de los cursos, y como parte integrante de todas las materias, deben desarrollarse las competencias instrumentales, personales y sistémicas. Tal y como se cita en el Libro Blanco, la formación no acaba en la Universidad. El objetivo de la enseñanza de grado debe ser pues poner unos sólidos cimientos que permitan el crecimiento a lo largo de la vida profesional.

**Tabla 1. Contenidos comunes obligatorios en la propuesta de Grado en Ingeniería Química (Libro Blanco de la Titulación de Ingeniería Química)**

<b>Fundamentos científicos</b>	
Matemáticas e Informática	18 ECTS
Física	8 ECTS
Química	24 ECTS
Biología/Bioquímica	4 ECTS
<b>Subtotal</b>	<b>54 ECTS (38,2 % CCO*; 25,7 % total)</b>
<b>Fundamentos de Ingeniería</b>	
Expresión gráfica y CAD	4 ECTS
Mecánica de fluidos/Máq. hidráulicas	4 ECTS
Transmisión de calor/Ing. Energética	6 ECTS
Ingeniería eléctrica y electrónica	4 ECTS
Ciencia e Ingeniería de materiales	4 ECTS
Diseño mecánico de equipos e instalac.	4 ECTS
<b>Subtotal</b>	<b>26 ECTS (18,4 % CCO*; 12,3 % total)</b>
<b>Ingeniería Química</b>	
Fundamentos de Ingeniería Química	4 ECTS
Termodinámica Aplicada	4 ECTS
Ingeniería de la Reacción Química.	6 ECTS
Experimentación en Ingeniería Química	10 ECTS
Operaciones de Separación	6 ECTS
Instrumentación y Control de procesos	4 ECTS
Ingeniería de Procesos y de Producto	7 ECTS
Seguridad, Higiene y Medioambiente	6 ECTS
Proyectos de Ingeniería	4 ECTS
<b>Subtotal</b>	<b>51 ECTS (36,1 % CCO*; 24,2 % total)</b>
<b>Complementos no técnicos</b>	
Economía, Organización Industrial	4 ECTS
Gestión de Calidad	3 ECTS
<b>Subtotal</b>	<b>10 ECTS (7,1 % CCO*; 4,8 % total)</b>
<b>Total CCO*</b>	<b>141 ECTS (67,1 % del total)</b>

- CCO: Contenidos comunes obligatorios.

**Tabla 2. Materias troncales del Título de Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial (Real decreto 1405/1992).**

Materias troncales	Créditos			Áreas de conocimiento
	T	P	Total	
<b>Administración de Empresas y Organización de la Producción.</b> Economía general de la empresa. Administración de empresas. Sistemas productivos y organización industrial.			6	Economía Aplicada, Organización de Empresas.
<b>Control e Instrumentación de Procesos Químicos.</b> Regulación automática. Elementos de circuitos de control.			6	Ingeniería Química, Ingeniería de Sistemas y Automática. Tecnología Electrónica.
<b>Experimentación en Ingeniería Química.</b> Realización de prácticas sobre propiedades termodinámicas y de transporte, flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia y cinética de las reacciones químicas.			12	Ingeniería Química, Máquinas y Motores Térmicos, Mecánica de Fluidos, Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica, Química Orgánica.
<b>Experimentación en Química.</b> Laboratorio integrado de Química sobre métodos analíticos, caracterización fisico-química y síntesis orgánica e inorgánica.			9	Ingeniería Química, Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica, Química Orgánica.
<b>Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador.</b> Técnicas de representación. Conceptuación espacial. Normalización. Fundamentos del diseño industrial. Aplicaciones asistidas por ordenador.			6	Expresión Gráfica en la Ingeniería.
<b>Físico-Química.</b> Termodinámica y cinética química. Equilibrios físicos y químicos. Electroquímica y química de superficies.			6	Ingeniería Química, Química Física.
<b>Fundamentos de Informática.</b> Estructura de los computadores. Programación. Sistemas operativos.			6	Arquitectura y Tecnología de Computadores, Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, Lenguajes y Sistemas Informáticos.
<b>Fundamentos de Química.</b> Estructura de la materia. Enlace químico. Química inorgánica.			6	Ingeniería Química, Química Analítica, Química Inorgánica., Química Orgánica.
<b>Fundamentos Físicos de la Ingeniería.</b> Mecánica. Electromagnetismo. Termodinámica. Ondas. Óptica.			9	Electromagnetismo, Física Aplicada, Física de la Materia Condensada. Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica.

<b>Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería.</b> Álgebra lineal. Cálculo infinitesimal. Ecuaciones diferenciales. Cálculo numérico.		12	Estadística e Investigación Operativa, Análisis Matemático, Matemática Aplicada.
<b>Ingeniería de la Reacción Química.</b> Cinética química aplicad. Catálisis. Reactores ideales y reales. Estabilidad. Optimización.		6	Ingeniería Química, Química Física.
<b>Métodos Estadísticos de la Ingeniería.</b> Fundamentos y métodos de análisis no deterministas aplicados a problemas de ingeniería.		6	Estadística e Investigación Operativa. Matemática Aplicada.
<b>Oficina Técnica.</b> Metodología, organización y gestión de proyectos.		6	Expresión Gráfica en la Ingeniería, Ingeniería de Procesos de Fabricación. Ingeniería Química. Proyectos de Ingeniería.
<b>Operaciones Básicas.</b> Balances de materia y energía. Flujo de fluidos. Transmisión de calor. Operaciones de separación por transferencia de materia.		6	Ingeniería Química, Maquinas y Motores Térmicos, Mecánica de Fluidos.
<b>Trabajo Fin de Grado.</b> Elaboración de un Trabajo Fin de Grado como elemento integrador o de síntesis.		6	Todas las áreas que figuren en el título.
<b>Química Analítica.</b> Equilibrio Químico. Metodología del análisis. Técnicas Instrumentales del análisis		6	Ingeniería Química. Química Analítica.
<b>Química Industrial.</b> Aprovechamiento de materias primas. Análisis de los procesos de fabricación. Contaminación ambiental. Seguridad e Higiene Industrial.		12	Ingeniería Química.
<b>Química Orgánica.</b> Estudio de los compuestos del carbono. Síntesis orgánica. Química de los productos naturales.		6	Ingeniería Química, Química Orgánica.

**Tabla 3 Organización académica del Título de Ingeniero Técnico Industrial. Especialidad en Química Industrial en la Universidad Autónoma de Madrid.**

Curso	Asignatura	Créditos Tot. Teór. Prác.			Descripción
<b>Materias Troncales</b>					
1.1	Álgebra	6	4	2	Álgebra lineal. Ecuaciones diferenciales.
1.1	Cálculo	6	4	2	Cálculo infinitesimal. Cálculo numérico.
1.1	Fundamentos de Informática	6	3	3	Estructura de los computadores. Programación. Sistemas operativos.
1.1	Fundamentos de Química	6	4	2	Estructura de la materia. Enlace químico. Química inorgánica.
1.1	Físico-Química	6	4	2	Termodinámica y cinética química. Equilibrios físicos y químicos. Electroquímica y química de superficies.
1.1	Física I	6	3	3	Mecánica. Termodinámica.
1.2	Física II	6	3	3	Electromagnetismo. Ondas. Óptica.
1.2	Operaciones Básicas	6	4	2	Balances de materia y energía. Flujo de fluidos. Transmisión de calor. Operaciones de separación por transferencia de materia.
1.2	Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador	6	3	3	Técnicas de representación. Conceptuación espacial. Normalización. Fundamentos de diseño industrial. Aplicaciones asistidas por ordenador.
1.2	Métodos Estadísticos de la Ingeniería	6	4	2	Fundamentos y métodos de análisis no deterministas aplicados a problemas de ingeniería.
1.2	Experimentación en Ingeniería Química I	6		6	Realización de prácticas sobre propiedades termodinámicas y de transporte, flujo de fluidos y transmisión de calor.
2	Experimentación en Química	10		10	Laboratorio integrado de química sobre métodos analíticos, caracterización físico-química y síntesis de sustancias orgánicas e inorgánicas.
2.1	Química Analítica	6	4	2	Equilibrio químico. Metodología del análisis. Técnicas instrumentales del análisis.
2.1	Química Orgánica	6	4	2	Estudio de los compuestos del carbono. Síntesis orgánica. Química de los productos naturales.
2.2	Experimentación en Ingeniería Química II	6		6	Realización de prácticas sobre operaciones de transferencia de materia y cinética de las reacciones químicas.
2.2	Ingeniería de la Reacción Química	6	4	2	Cinética química aplicada. Catálisis. Reactores ideales y reales. Estabilidad. Optimización.



3	Química Industrial	12	8	4	Aprovechamiento de materias primas. Análisis de los procesos de fabricación. Contaminación ambiental. Seguridad e higiene industrial.
3.1	Control e Instrumentación de Procesos Químicos	6	3	3	Regulación automática. Elementos de circuitos de control.
3.1	Administración de Empresas y Organización de la Producción	6	4	2	Economía general de la empresa. Administración de empresas. Sistemas productivos y organización industrial.
3.2	Oficina Técnica	6	2	4	Metodología, organización y gestión de proyectos.
3.2	Trabajo Fin de Grado	6		6	Elaboración de un Trabajo Fin de Grado como ejercicio integrador o de síntesis.
<b>Materias obligatorias</b>					
2.1	Operaciones de Flujo de Fluidos y Transmisión de Calor	6	4	2	Operaciones basadas en el flujo de fluidos. Equipo para el flujo de fluidos. Diseño de tuberías. Mecanismos de transmisión de calor. Cambiadores de calor. Hornos.
2.2	Operaciones de Separación	6	4	2	Operaciones controladas por la transferencia de materia y la transmisión de calor.
3.1	Laboratorio de Desarrollo Industrial	6		6	Realización de prácticas a escala de laboratorio y planta piloto sobre procesos de la industria química.
3.2	Ingeniería Ambiental	6	4	2	Caracterización y control de la contaminación. Sistemas de tratamiento de efluentes y residuos.
<b>Materias optativas</b>					
	Química Ambiental	6	4	2	Química de la atmósfera. Química de los sistemas acuáticos. Fotoquímica.
	Agroquímica	6	4	2	Suelos y cultivos. Fertilizantes y plaguicidas: obtención y utilización. Efectos de las prácticas agrícolas en el medioambiente.
	Síntesis Orgánica Industrial	6	4	2	Metodología de síntesis. Productos de la industria química fina.
	Química Analítica de Procesos	6	4	2	Analizadores en línea. Control analítico de procesos.
	Minerales y Rocas Industriales	6	4	2	Caracterización de materias primas minerales. Áridos. Cemento. Vidrio y materiales cerámicos. Minerales metálicos. Minerales uraníferos. Carbón. Petróleo. Aplicaciones industriales y medioambientales.
	Electrotecnia	6	4	2	Teoría de circuitos. Diseño de circuitos. Máquinas y motores eléctricos.
	Termotecnia	6	4	2	Ciclos termodinámicos. Equipos de generación térmica. Tecnología frigorífica.



Electroquímica Industrial	6	4	2	Fundamentos de electroquímica. Procesos electroquímicos. Electrolizadores industriales. Corrosión electroquímica.
Biotecnología	6	4	2	Procesos enzimáticos. Reactores bioquímicos.
Simulación y Optimización de Procesos	6	4	2	Modelos. Simulación de procesos. Métodos de optimización en ingeniería química. Estrategia de procesos.
Materiales para la Ingeniería Química	6	4	2	Tipos de materiales. Materiales metálicos. Materiales cerámicos. Polímeros ingenieriles. Materiales compuestos. Propiedades. Comportamiento en servicio. Campos de aplicación.
Energías Alternativas	6	4	2	El ciclo térmico. Sistemas electroquímicos. Fuentes energéticas complementarias y alternativas.
Cálculos Computacionales en Ingeniería Química	6	4	2	Ajustes. Interpolación. Integración numérica. Ecuaciones diferenciales. Sistemas de ecuaciones lineales.

### 2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos

#### *Descripción de los procedimientos de consulta internos*

El Consejo de Gobierno de la Universidad Autónoma de Madrid, como órgano de gobierno de la Universidad, establece las líneas estratégicas y programáticas de la Universidad, así como las directrices y procedimientos para su aplicación en el ámbito de organización de las enseñanzas. En este contexto, el Consejo de Gobierno y, por delegación, la Comisión de Estudios, establecieron el procedimiento general para la elaboración de los Planes de Estudios, así como los criterios generales de estructura y desarrollo de los nuevos planes, el procedimiento de evaluación interna de la propuesta y el calendario para elaboración e implantación de los nuevos planes, que han dado lugar a las siguientes “evidencias documentales”:

- Procedimiento de elaboración de la relación de títulos. (Aprobado en Consejo de Gobierno 15/11/2007)
- Procedimiento de elaboración de planes de estudios. (Aprobado en Consejo de Gobierno 15/11/2007)
- Calendario de elaboración planes de estudio. (Aprobado por la Comisión de Estudios 01/02/2008)
- Criterios relacionados con la estructura y el desarrollo de las nuevas enseñanzas de Grado. (Aprobado en Consejo de Gobierno 18/04/2008)
- Procedimiento para evaluación de las propuestas de títulos de Grado. (Aprobado por la Comisión de Estudios 18/06/2008)

Atendiendo a estas directrices generales, el procedimiento para la elaboración de la propuesta del plan de estudios del Título de Grado en Ingeniería Química por la Universidad Autónoma de Madrid ha sido el siguiente:

- La Junta de Facultad encomendó a la Comisión de “Ingeniera Técnica Industrial. Especialidad en Química Industrial”, en calidad de Comisión Específica, el diseño del título. Dicha comisión, desde su creación en febrero de 2002, posee un amplio conocimiento y experiencia sobre las necesidades específicas de la titulación, ya que entre sus competencias se encuentran la implantación y seguimiento del título, la programación, organización y coordinación académica del Plan de Estudios, la redacción o actualización de la Guía de la Titulación, la elaboración de protocolos de convalidación, “pasarelas”, etc., así como el análisis de los problemas específicos de la Titulación: masificación, solapamiento de horarios y de programas, reclamaciones, etc. Dicha comisión está formada por el Vicedecano de planes de estudios de la Facultad de Ciencias, el Delegado del Decano para la titulación, una representación de profesores de cada departamento implicado en la docencia de la titulación en número proporcional a la implicación docente (dos profesores del Área de Ingeniería Química, un Profesor del Departamento de Química Orgánica, un profesor del Departamento de Química Inorgánica., un profesor del Departamento de Química Analítica, un profesor del Departamento de Química Física Aplicada o del Departamento de Química (en atención a quién imparta la docencia correspondiente), un profesor de Física del Departamento que imparta la docencia correspondiente y un profesor propuesto por el Departamento de Matemáticas, un representante de estudiantes por cada curso de la titulación y un representante del PAS.
- La Comisión Específica diseñó la memoria de la solicitud.
- La memoria fue sometida a revisión por parte del Grupo de Trabajo de la Rama de Arquitectura e Ingeniería nombrada a tal efecto.
- La Junta de Facultad de Ciencias evaluó y aprobó la propuesta (30 de Septiembre de 2008), elevándola a la Comisión de Estudios de la Universidad.
- La Comisión de Estudios evaluó la propuesta, por el procedimiento de evaluación por “pares”. La propuesta fue revisada por cinco personas, pertenecientes a la Comisión de Estudios y a la del EEES. En paralelo, la memoria de verificación fue supervisada por la Vicerrectora de Estudios Oficiales y el Vicerrector para el Desarrollo de las Enseñanzas y la Formación Continua.
- El Consejo de Gobierno de la Universidad aprobó (30 de Octubre de 2008) la propuesta evaluada.
- El Consejo Social aprobó finalmente la propuesta (4 de noviembre de 2008) para su envío al Consejo de Universidades.

### ***Descripción de los procedimientos de consulta externos***

Para la elaboración de la propuesta del plan de estudios del título de Grado en Ingeniería Química que ahora se presenta, se han tenido en cuenta los acuerdos alcanzados por numerosos colectivos externos a la Universidad Autónoma de Madrid. El conjunto de convenios, acuerdos y demás evidencias documentales de las consultas realizadas para la elaboración del plan de estudios a organismos y colectivos externos a la Universidad Autónoma de Madrid pueden agruparse en:

1. Documentos básicos de Organismos externos a la Universidad.

Si bien se han tenido en cuenta todos los documentos mencionados como referentes en el apartado 2.2 de esta memoria, resulta de especial relevancia:

El Libro Blanco de Grado en Ingeniería Química, documento base para la elaboración de este plan de estudios, que es el resultado de un procedimiento de consulta en el que la Universidad Autónoma de Madrid ha participado activamente junto con el resto de Universidades españolas que imparten los títulos de Ingeniero Técnico Industrial e Ingeniero Químico.  
([http://www.aneca.es/var/media/150264/libroblanco\\_ingquimica\\_def.pdf](http://www.aneca.es/var/media/150264/libroblanco_ingquimica_def.pdf)).

2. Acuerdos alcanzados por colectivos externos a esta Universidad.

Durante la elaboración del plan de estudios, la Universidad Autónoma de Madrid ha asistido y participado en numerosas reuniones mantenidas tanto por la Red de Ingeniería Química como por los directores de las Escuelas Superiores y Técnicas de Ingenieros Industriales y las Facultades de Ingeniería Química. Los acuerdos alcanzados por estos colectivos se han materializado en los siguientes documentos:

- Propuesta de síntesis de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales y la Red de Ingeniería Química. (Noviembre 2007).
- Documento conjunto de las Conferencias de Directores de Ingeniería Técnica Industrial, Ingeniería Industrial y Directores y Decanos de Ingeniería Química (Junio 2008). <http://www.coddiq.es/media/Propuesta> de consenso CDITI CDII CODDIQ.doc
- Guía de Apoyo para la elaboración de la memoria del título oficial de Grado en Ingeniería Química (Recomendaciones de la CODDIQ, Junio 2008) ([http://www.coddiq.es/index.php?option=com\\_docman&task=docdownload&gid=8&Itemid=52](http://www.coddiq.es/index.php?option=com_docman&task=docdownload&gid=8&Itemid=52))

3. Consultas a colectivos y colegios profesionales.

El plan de estudios también ha sido sometido a consulta por parte de departamentos de Ingeniería Química de distintas Universidades, representantes de sociedades científico-técnicas y profesionales de empresas del sector con las que existen en la actualidad convenios de colaboración educativa para la realización de prácticas. Todos ellos han mostrado impresiones muy positivas y coinciden que el presente plan de estudios se ajusta a la realidad profesional. En la Tabla 4 se resumen las personas contactadas y la empresa o entidad donde desarrollan su actividad profesional.

**Tabla 4.** Contactos con profesionales del entorno.

Persona de contacto	Empresa o entidad
D. Jaime Soley Guerrero	Sociedad Española de Química Industrial e Ingeniería Química
D. José Ramón Fernández de Tejada	Técnicas Reunidas Medio Ambiente
D. Jorge Lang Lenton	ENRESA
D. Angel Montero	BDF-Nivea
D. José Antonio Calles	Universidad Rey Juan Carlos
D. Francisco Rodríguez Somolinos	Universidad Complutense