Alegaciones al informe provisional Evaluación de la Solicitud de Verificación Oficial de Plan de Estudios oficial del Máster Universitario en Ingeniería Química por la Universidad de Castilla La Mancha (ID título: 4313628)

Este título se ha evaluado atendiendo a las recomendaciones del Consejo de Universidades de 4 de Agosto de 2009 por la que se establecen las recomendaciones para la Verificación de títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Químico.

Observaciones

Criterio 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

Se debe revisar el número máximo de créditos que pueden matricularse los estudiantes para ser coherentes con el concepto de ECTS dispuesto en el R. D. 1125/2003.

Se ha revisado el número máximo de créditos que pueden matricular los estudiantes y se han cambiado ECTS matrícula máxima en primer año en tiempo completo a 60 créditos y en tiempo parcial a 30 créditos. En resto de años se ha propuesto un mínimo de 12 y un máximo de 72 para tiempo completo y un mínimo de 6 y un máximo de 60 para tiempo partial.

Las modificaciones se han introducido en el apartado 1.3.2.1.

Tiempo completo

	ECTS mínima	ECTS máxima
Primer año	60	60
Resto de años	12	72

Tiempo parcial

	ECTS mínima	ECTS máxima
Primer año	30	30
Resto de años	6	60

Criterio 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

Dado que se indica que se reconocerán hasta 72 créditos por enseñanzas cursadas en Ingenierías Superiores Químicas de más de 300 créditos. Se debe justificar la adecuación de los contenidos de aquellas a las competencias de este máster.

Se ha justificado la adecuación de los contenidos de algunas de las enseñanzas cursadas en el Título de Ingeniero Químico de la UCLM (en extinción) a las competencias del Máster, especificando las competencias del Máster que se trabajan en las asignaturas del título de Ingeniero Químico en extinción. Esto se ha incluido en el apartado 4.3 sustituyendo el párrafo que había sido objeto de la observación.

Criterio 5. PLANIFICACIÓN DE ENSEÑANZAS.

csv: 75625512555742692805753

En un máster con orientación profesional debe asegurarse la adquisición de competencias ligadas al desarrollo profesional mediante prácticas específicas.
En algunos casos se incluyen competencias en Materias cuyo contenido no guarda relación con las mismas (p.e. MODULO 1: Materia1 competencia E8, Materia 2 competencia E8 y E12).
Los contenidos de los módulos o materias, en general, guardan relación con las competencias de estos y con las competencias del título. Sin embargo hay algunas carencias relacionadas con las competencias: E2 (no se incluyen reactores especiales, tales como electroquímicos o bioquímicos), E5 y E11 (faltan contenidos sobre verificación y supervisión de instalaciones, además en la gestión de la calidad se debería incluir normalización, homologación, certificación, acreditación) y E8 (faltan contenidos sobre recursos humanos, seguridad industrial y prevención de riesgos).

Se han realizado cambios en la planificación de la enseñanza para cumplir con cada una de las observaciones realizadas.

- En relación a la observación "en un Máster con orientación profesional debe asegurarse la adquisición de competencias ligadas al desarrollo profesional mediante prácticas específicas" se han incluido Prácticas Externas mediante una asignatura obligatoria de 6,0 ECTS incluida en el módulo de Ingeniería de Procesos y Productos que pasa de 45,0 a 48,0 ECTS. Esta asignatura está programada en el 3er semestre y ha sido desarrollada en los correspondientes apartados, aportándose información sobre la existencia de los medios adecuados para realizarla. Para adecuar la estructura del Máster a 90 créditos se ha cambiado la Distribución de Créditos en el título con respecto a la solicitud original. Nº de créditos en prácticas externas pasa de 0,0 a 6,0. Nº de créditos Trabajo Fin de Máster pasa de 18,0 a 12,0. Se han generado actividades y metodologías docentes adecuadas para la asignatura.
- En relación a la observación "en algunos casos se incluyen competencias en Materias cuyo contenido no guarda relación con las mismas", se ha realizado una revisión cuidadosa de competencias a trabajar en cada Materia fruto de la cual se ha obtenido la siguiente tabla de distribución de competencias, que se desarrollan convenientemente con los resultados del aprendizaje propuestos.

Competencias generales, básicas y transversales

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	CB6	CB7	CB8	CB9	CB10	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
Fenómenos de transporte y estimación de propiedades	X	X			X	X	X		X		X	X					X	X	X	X	X	X
Análisis y optimización de procesos	X	X	X		X	X	X			X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
Operaciones de separación avanzadas	X	X			X	X	X		X		X		X			X	X	X	X	X	X	X
Gestión integral de residuos y emisiones en la industria	X	X		X		X							X		X		X	X	X	X	X	X
Dinamica de procesos. Control de plantas industriales	X	X	X		X				X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X
Procedimientos químico industriales e ingeniería de los servicios auxiliares	X	X	X			X			X		X			X			X	X	X	X	X	X
Diseño y operación de reactores heterogéneos	X	X			X	X			X		X		X			X	X	X	X	X	X	X
Prácticas externas	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniería de la calidad	X			X		X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X
Planificación, logística y organización industrial								X			X	X		X	X		X	X	X	X	X	X
Gestión de la seguridad y el conocimiento en la industria química	X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dirección estratégica en la industria química, energética y medio ambiente	X	X	X			X		X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X
Tecnologías emergentes en energía y medio ambiente	X								X			X				X	X	X	X	X	X	X
Trabajo Fin de Master				X					X		X			X			X	X	X	X	X	X
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	CB6	CB7	CB8	CB9	CB10	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6

Competencias Específicas

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
Fenómenos de transporte y estimación de propiedades	X		X	X										
Análisis y optimización de procesos	X	X	X	X						X				
Operaciones de separación avanzadas	X	X	X		X									
Gestión integral de residuos y emisiones en la industria		X			X	X								X
Dinamica de procesos. Control de plantas industriales		X	X		X						X			
Procedimientos químico industriales e ingeniería de los servicios auxiliares		X			X						X			
Diseño y operación de reactores heterogéneos	X	X			X									
Prácticas externas	X	X	X	X	X	X								
Ingeniería de la calidad				X	X			X			X			
Planificación, logística y organización industrial							X	X		X				
Gestión de la seguridad y el conocimiento en la industria química								X	X	X				
Dirección estratégica en la industria química, energética y medio ambiente							X	X		X			X	X
Tecnologías emergentes en energía y medio ambiente										X			X	X
Trabajo Fin de Master												X		
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14

csv: 75625512555742692805753

- En relación a la observación que hace referencia a que faltan contenidos en las competencias E2, E5, E8 y E11 se han realizado los siguientes cambios en las distintas materias

Materia	Cambio
Ingeniería de Calidad	Ha sido modificada para incluir explícitamente los contenidos de la competencia E11, recomendada en el informe. Asimismo, las asignaturas de Ingeniería de la Calidad I y II se han unido y se han incorporado al módulo GOPS como una única asignatura Ingeniería de la Calidad (6,0 ECTS). Esto se justifica porque aunque se trabajan competencias de los módulos IPP y GOPS, las correspondientes a este último módulo son tratadas con mayor profundidad con la reestructuración. Con ello, el módulo GOPS pasa de 15,0 a 18,0 ECTS.
Diseño y operación de reactores heterogéneos	Se trabaja la competencia E5. En resultados del aprendizaje se ha especificado: "Integrar todos los elementos estudiados, permitiendo al estudiante abordar el cálculo completo del reactor químico, electroquímico, bioquímico y nuclear" "Adquirir conocimientos relativos a la seguridad y supervisión del reactor, permitiendo el diseño completo del mismo" En contenidos (apartado 5.5.1.3) se han incluido: " Reactores electroquímicos" "Reactores bioquímicos" "Reactores nucleares" "Seguridad y supervisión en reactores"
Operaciones de Separación Avanzadas	Se añade la competencia E5 En resultados de aprendizaje (5.5.1.2.) se incluye "Adquirir conocimientos relativos a la seguridad y supervisión de instalaciones industriales en las que se desarrollen procesos de separación, permitiendo el diseño completo de estas operaciones básicas." En contenidos (5.5.1.3) se ha incluido "Seguridad y supervisión en instalaciones industriales en las que se desarrollen procesos de separación
Gestión de la seguridad y del conocimiento en la industria química	La materia "Gestión de la I+D+it" ha sido reestructurada completamente generándose la materia "Gestión de la seguridad y del conocimiento en la industria química". De acuerdo con las observaciones, se han incluido contenidos para desarrollar la competencia E8.
Planificación, logística y organización	se ha incluido en resultados del aprendizaje:

csv: 756255125557426928057 53

industrial	"Tener destreza en la gestión y organización del trabajo y los recursos humanos." Y en contenidos: "Gestión y organización del trabajo y los recursos humanos."
Dinámica de Procesos. Control de Plantas Industriales	Se ha cambiado el nombre anterior "Dinámica de Proceso. Control de Plantas reales y a escala" y se ha puesto de manifiesto el uso de simuladores comerciales ligados a la actividad profesional del ingeniero químico en resultados del aprendizaje y en contenidos.
Análisis y Optimización de Procesos	Se ha puesto de manifiesto el uso de simuladores comerciales ligados a la actividad profesional del ingeniero químico en resultados del aprendizaje y en contenidos.
Gestión integral de residuos y emisiones en la industria	Se ha incluido el resultado del aprendizaje "Conocer las principales tecnologías de tratamiento de residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas en la industria." En contenidos se ha incluido "Tecnología de tratamiento de residuos sólidos. Tecnologías de tratamiento de efluentes líquidos. Tecnología de tratamiento de emisiones gaseosas." Se han incluido visitas a empresas en actividades formativas y se ha cambiado el sistema de evaluación en consecuencia.

Criterio 8. RESULTADOS PREVISTOS

Se deben revisar las tasas propuestas. La tasa de graduación es demasiado baja y las de abandono y eficiencia son mejorables. Los valores propuestos no representan ninguna mejora respecto a los correspondientes indicadores de las actuales titulaciones.

Se han propuesto nuevos valores de las tasas y se ha cambiado la justificación de las mismas teniendo en cuenta que las enseñanzas que se están verificando corresponden a un nivel de Máster y no a la sustitución de un título de Ingeniería Superior.

Criterio 9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

A 27-03-2012 el enlace http://\www.uclm.es/organos/vic_economia/opyc/opycweb/documentos/V0.SGIC.pdf no funciona. Se debe aportar un enlace que conduzca a ello, dado que únicamente aparece el siguiente texto en la página: "Servidor no encontrado".

Se ha cambiado en el Apartado 9.1. (Sistema de garantía de calidad) el enlace existente, modificado en una reciente actualización del website de la UCLM, por el actualizado, suministrado por la Oficina de Planificación y Calidad de la UCLM

http://www.uclm.es/organos/vic_economia/opyc/pdf/V0.SGIC.pdf

csv: 75625512555742692805753

Recomendaciones

Criterio 6. PERSONAL ACADÉMICO

Se recomienda incluir profesores de otras Áreas de Conocimiento (Diseño Mecánico, Máquinas y Motores, u otras áreas relacionadas como Economía Aplicada).

Se ha justificado que el perfil del profesorado del área de ingeniería química no corresponde exclusivamente con el de académicos de esta disciplina, sino que incluye a profesionales de varias áreas, aun cuando pertenezcan administrativamente a esta área de conocimiento. No obstante, y en la medida en que la situación de crisis actual lo permita se intentará complementar la plantilla docente con profesionales de otras áreas.

Otros

Se ha actualizado el nombre del Centro (recientemente cambiado por el de Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas) en los apartados en los que ha sido posible y también el nombre de los distintos responsables, recientemente nombrados como consecuencia del proceso electoral realizado durante el periodo de verificación

csv: 75625512555742692805753

2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo

2.1.1. Antecedentes y Evolución Histórica

El título de Máster propuesto supone la culminación en la adaptación del título de Ingeniero Químico, existente actualmente en la UCLM, al modelo Grado + Máster, que tuvo una primera fase con la preparación y puesta en funcionamiento del Grado en Ingeniería Química en el curso 2010/2011.

En la UCLM el título de Ingeniero Químico se implantó en la Facultad de Ciencias Químicas durante el curso 1993-94 sufriendo una modificación en el año 1999. El nuevo marco de estudios de grado y máster comenzó con la preparación de los estudios de Grado en Ingeniería Química, aprobado en 2010. Este grado comenzó en el curso 2010-2011 siguiendo un esquema de implantación 2+2, por lo que a finales del curso 2011-2012, concluirán sus estudios los primeros graduados en Ingeniería Química por esta universidad. Este marco formativo debería culminar con los estudios de Máster en Ingeniería Química, propuestos en esta memoria.

La Ingeniería Química se inicia como disciplina ingenieril diferenciada de otras ingenierías consolidadas como la Mecánica, Eléctrica o Civil hace más de cien años. Los primeros intentos de establecer un perfil profesional específico y títulos independientes se producen en el Reino Unido hacia 1885 y en los Estados Unidos en los años siguientes. El primer programa de Bachelor en Ingeniería Química se establece en el Massachussets Institute of Technology (M.I.T.) en 1888. En los años posteriores se crean Departamentos de Ingeniería Química y se ofrecen programas de Ingeniería Química en otras muchas universidades de Estados Unidos y del Reino Unido. Los estudios de Ingeniería Química con programas de 3, 4 ó 5 años existen prácticamente en todos los países, bien diferenciados de los otros estudios ingenieriles. La creación de estos programas y de centros o departamentos específicos de Ingeniería Química tiene lugar en otros países europeos en diferentes épocas; así en Francia se crean hacia 1950 las Escuelas Superiores de Ingeniería Química de Toulouse y de Industrias Químicas de Nancy, mientras que en Alemania se retrasa la creación de departamentos específicos de Ingeniería Química hasta los años 1970, ya que la formación de ingenieros para la industria química se lograba 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 mantuvo en Alemania en las Escuelas Técnicas (*Fachhochschulen*).

En España, con la excepción del título de Ingeniero Químico que se impartía en el Instituto Químico del Sarriá, la situación fue similar a la existente en Alemania hasta 1993. En efecto, la formación de ingenieros y técnicos para la industria química y otras industrias relacionadas se lograba a través de los estudios de Ingeniería Industrial, especialidad Química, y de Química, especialidad de Química Industrial, y mediante estudios de ciclo corto de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química. En 1992, como consecuencia del 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. Antes de la adecuación al EEES***, la titulación de Ingeniero Químico (de ciclo largo) se impartía en 29 Universidades, mientras que la de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Química Industrial, se ofertaba en 23 Universidades.***

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. En España, poseen atribuciones profesionales reconocidas, que se ejercen a través de los correspondientes Colegios, los Ingenieros Industriales, los Licenciados en Química y los Ingenieros Técnicos Industriales. En el caso de los Ingenieros Químicos, del mismo modo que otras nuevas titulaciones creadas como consecuencia de la Ley de Reforma Universitaria (p.e. Ingeniería Informática), no se han reconocido oficialmente hasta la fecha atribuciones profesionales. En cada una

csv: 75625512555742692805753

de las Comunidades Autónomas se están creando Asociaciones de Ingenieros Químicos que se agrupan en una Federación Nacional de Asociaciones de Ingenieros Químicos. Asimismo, en Octubre de 2004 se aprobó la creación del primer Colegio Oficial de Ingenieros Químicos en la Comunidad Valenciana, al que han seguido el de la Comunidad Gallega, y el Colegio de Profesionales de la Ingeniería Química de Castilla-La Mancha.

En Europa se ofrecen estudios de Ingeniería Química en 171 Universidades, destacándose que España aparece como uno de los cuatro países con un mayor número de centros. En USA, por otra parte, se ofrecen 160 programas acreditados por ABET (http://www.abet.org/accredited_programs.html) tanto a nivel de Bachelor como de Master.

Los sistemas académicos europeos se han basado, tradicionalmente, en dos modelos diferenciados: el modelo continental y el modelo anglo-americano.

El modelo continental da lugar a dos tipos de programas universitarios:

- Una carrera de duración larga (normalmente 5 años), con contenidos científico-técnicos sólidos.
- Una carrera de duración corta (normalmente de 3 años), con contenidos de aplicación más práctica.

El modelo anglo-americano esta basado en dos ciclos educativos consecutivos:

- Un primer ciclo que permite obtener un Bachelor (undergraduate program) de 3-4 años.
- Un segundo ciclo que permite obtener un Master (graduate program) de 1-2 años.

En el modelo continental los estudiantes pueden incorporarse desde las carreras de duración corta al segundo ciclo de las carreras de duración larga, si bien el reconocimiento de los estudios previos no es, en general, inmediato, o el acceso sólo es posible de manera restringida. En cambio, en el modelo angloamericano la transición desde el Bachelor al Master es una vía normal en la evolución de la formación. Desde 1996, se ha producido un movimiento progresivo en Europa hacia el modelo BaMa (Bachelor-Master) y muchos países europeos han introducido cambios legislativos para desarrollar la estructura de referencia. Las características específicas de estas reformas varían de un país a otro. En algunos casos se ha optado por una adaptación progresiva sin eliminar completamente la estructura previa (por ejemplo Dinamarca, Francia, Noruega), aunque en otros países el nuevo modelo se ha adoptado plenamente (Italia). Existen diferencias respecto a la orientación de los títulos, ya que en algunos países se pretende ofertar dos tipos de programas: con orientación más científica o con orientación más profesional (Alemania, Holanda, Irlanda, Suecia).

En febrero de 2005 el Working Party de Educación de la European Federation of Chemical Engineers (EFCE) emitió 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"*

En línea con las recomendaciones/requerimientos de otras instituciones, en particular las relacionadas con acreditación, las recomendaciones de la EFCE se formulan como resultados del aprendizaje (learning outcomes) y se articulan cubriendo las características fundamentales de estudios de primer y segundo ciclo (grado y máster). El esquema propuesto por la EFCE es:

csv: 75625512555742692805753

Estudios de Primer Ciclo (Grado) en Ingeniería Química	**Estudios de Segundo Ciclo (Máster) en Ingeniería Química.**
Tras Graduado en Ingeniería Química debe:	Tras obtener el Máster el ingeniero químico debe:
1. Tener un conocimiento relevante de las ciencias básicas (matemáticas, química, biología molecular, física), para ayudar a comprender, describir y resolver los fenómenos de la ingeniería química. 2. Comprender los principio básicos de la ingeniería química, y ser capaz de utilizarlos para plantear y resolver una variedad de problemas de ingeniería química: a. Balances de materia, energía y cantidad de movimiento. b. Equilibrio c. Procesos de velocidad (reacción química, materia, calor, cantidad de movimiento. 3. Comprender los principales conceptos de control de procesos. 4. Comprender los principios básicos de la medida de procesos/productos. 5. Tener un conocimiento relevante de la literatura y fuentes de datos. 6. Ser capaz de planificar, realizar, explicar y realizar informes de experimentos sencillos. 7. Tener un conocimiento básico de los aspectos de salud higiene industrial, seguridad y medio ambiente. 8. Comprender el concepto de sostenibilidad. 9. Comprender el concepto básico de ingeniería de producto. 10. Tener conocimiento y realizar aplicaciones prácticas de ingeniería de producto. 11. Tener capacidad de analizar problemas complejos en una dirección predeterminada. 12. Tener experiencia en el uso del software adecuado. 13. Ser capaz de desarrollar diseño en una dirección elegida. 14. Ser capaz de calcular los costes de procesos y proyectos.	1. Tener mayor capacidad en las competencias del primer nivel en una dirección elegida. 2. Usar un conocimiento más profundo de los fundamentos de los fenómenos para construir modelos más avanzados. 3. Ser capaz de utilizar las herramientas de computación. 4. Ser capaz de aplicar conceptos de dinámica de procesos. 5. Ser capaz de desarrollar experimentos más complejos y realizar interpretaciones de los resultados más avanzadas. 6. Ser capaz de analizar, evaluar y comparar alternativas relevantes en la dirección elegida. 7. Ser capaz de realizar la síntesis y optimización de soluciones nuevas. 8. Ser capaz de auto-estudiar un tema en profundidad.

Los estudios de grado de segundo ciclo deben caracterizarse por una mayor diferenciación tanto entre instituciones como entre estudiantes. Así, el objetivo es, ahora, no tanto tener unos conocimientos comunes, como disponer de una serie de métodos comunes para plantear y resolver una gran variedad de problemas.

En línea con esto, y como consecuencia de trabajos previos por parte de la Conferencia Oficial de Directores y Decanos de Ingeniería Química(CODDIQ), la Secretaría General de Universidades dio publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen **recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Química** (BOE nº 187 de 4 de agosto de 2009). En este acuerdo se fijan **las competencias mínimas que debe tener un Máster en Ingeniería Química y la estructura base de estos estudios**, estableciéndose que, para la obtención del título de Máster, se requerirá una formación complementaria de posgrado con respecto a la formación del Grado en Ingeniería Química de al menos 66 créditos, en función de las competencias contempladas en el documento, debiendo incluir el plan de estudios un módulo de Ingeniería de Procesos y Producto de 45 ECTS y otro de Gestión y Optimización de la Producción y Sostenibilidad de 15 ECTS. Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa pública de un Trabajo Fin de Máster de al menos 6 créditos, valor que en posteriores acuerdos de la CODDIQ se ha considerado adecuado subir hasta los 15 ECTS. Para alumnos no provenientes de Grado en Ingeniería Química, debe existir una formación complementaria no debiendo exceder el Máster de los 120 créditos europeos.

csv: 75625512555742692805753

2.1.2. Competencias Profesionales

Como ha ocurrido con otras "nuevas titulaciones" creadas como consecuencia de la Ley de Reforma Universitaria, las atribuciones profesionales de los Ingenieros Químicos 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 reconocidas, 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.

La Ingeniería Química es un área abierta, que con base en las ciencias básicas, Matemáticas, Física y Química, se encuentra en constante evolución, con fronteras lábiles y que interacciona, complementa, se solapa y es solapada por ingenierías tradicionales y por otras de más reciente aparición.

El objetivo de las enseñanzas relacionadas con la Ingeniería Química es formar profesionales con capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía para formular y resolver problemas complejos, y, más en particular, los relacionados con el diseño de procesos y productos y con la concepción, cálculo, diseño, análisis, construcción, puesta en marcha y operación de equipos e instalaciones industriales, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y energéticos, y conservación del medio ambiente, cumpliendo el código ético de la profesión.

Los "Objetivos del Programa Educativo" han de derivar del "Perfil Profesional" del Ingeniero Químico, y están claramente relacionados con las necesidades actuales del mercado laboral español y con las perspectivas de futuro del mercado laboral de la UE. Con este planteamiento las competencias/capacidades profesionales se confunden con los objetivos de los planes de estudio.

En este sentido el **perfil básico** queda descrito por las **capacidades, de**:

- Aplicar en la práctica los conocimientos de matemáticas, física, química e ingeniería. - Diseñar y realizar experimentos o protocolos de operación. - Diseñar componentes, productos, sistemas o procesos que cumplan con determinados requerimientos. - Diseñar equipos e instalaciones de acuerdo con normas y especificaciones. - Operar las instalaciones y equipos respetando códigos éticos. - Trabajar en equipos multidisciplinares y multinacionales. - Planificar, ordenar y supervisar el trabajo en equipo. - Tomar decisiones y ejercer funciones de liderazgo.	- Identificar, sintetizar, formular y resolver problemas complejos. - Seleccionar y acotar las variables fundamentales que rigen los procesos. - Comunicarse con claridad, al menos en español e inglés, tanto en reuniones, como en presentaciones y documentación escrita. - Utilizar las herramientas de la ingeniería moderna más adecuadas en cada caso. - Aplicar en cada situación los requerimientos y responsabilidades éticas y el código deontológico de la profesión. - Analizar el impacto de las propuestas técnicas que desarrolle o formule, dentro del más amplio contexto social. - Reconocer los avances y evolución de la ciencia y de la ingeniería, favoreciendo la formación permanente de las personas de su entorno profesional.

Alguno de los componentes de ese perfil profesional básico son comunes y se comparten con otras ingenierías, por tanto es necesario explicitar algunas **características profesionales más específicas de la Ingeniería Química**, y que referidas en término de habilidades/capacidades, pueden simplificarse como **habilidad/capacidad, para**:

- Analizar sistemas utilizando balances de materia y energía, tanto en régimen estacionario como no estacionario.	- Realizar estudios y cuantificación de la sostenibilidad de los proyectos de ingeniería.

csv: 75625512555742692805753

- Analizar, modelizar y calcular sistemas con reacción química. - Evaluar y aplicar sistemas de separación para aplicaciones específicas. - Diseñar y operar sistemas de manipulación y transporte de materiales en cualquiera de sus estados físicos. - Dimensionar y operar sistemas de intercambio de energía. - Promover el uso racional de la energía y de los recursos naturales. - Simular procesos y operaciones industriales. - Integrar diferentes operaciones y procesos, alcanzando mejoras globales. - Comparar y seleccionar con objetividad las diferentes alternativas técnicas de un proceso. - Ejercer tareas de certificación, auditoría y peritaje. - Controlar y supervisar los procesos de fabricación para que las producciones se ajusten a los requerimientos de rentabilidad económica, calidad, seguridad/higiene, mantenimiento y medioambientales. - Realizar evaluaciones económicas, en cualquiera de sus grados de precisión, de diseños conceptuales o de plantas reales. - Establecer la viabilidad económica de un proyecto nuevo o de mejora de un proceso existente. - Cuantificar el impacto social de los proyectos de ingeniería. -Cuantificar las componentes ambientales de los proyectos de ingeniería, ofreciendo soluciones de minimización y tratamiento.	- Administrar y dinamizar los recursos humanos para favorecer el clima laboral, calidad de desempeño, aprovechamiento de capacidades y desarrollo profesional. - Modelar procesos dinámicos y proceder al diseño básico de los sistemas de automatización y control. - Definir e implementar programas estructurados de diseño de experimentos y de analizar la validez de los resultados. - Especificar equipos e instalaciones aplicando los conocimientos de las ingenierías mecánicas y de materiales. - Evaluar e implementar criterios de seguridad aplicables a los procesos que diseñe, opere o tenga a su cargo. - Ejercer el control y seguimiento del mantenimiento predictivo y correctivo de los procesos. - Realizar estudios bibliográficos y sintetizar resultados, incluyendo búsqueda de patentes, fuentes alternativas y contactos profesionales. - Identificar las tecnologías emergentes y evaluar su posible impacto sobre los procesos actuales. - Realizar la definición y gestión de programas de Calidad, Seguridad y Medioambiente. - Planificar investigación aplicada a resolver problemas concretos, incluyendo el desarrollo de prototipos. - Aplicar herramientas de planificación y optimización. - Realizar y coordinar proyectos de mejora e innovación tecnológica de procesos. - Analizar los procesos reales y resolver problemas ligados a situaciones prácticas y a cuellos de botella en el proceso.

Hasta tanto se establezcan las oportunas reformas de la regulación de las profesiones con carácter general en España y, en concreto, la actualización del listado de las mismas previsto en la normativa vigente, atendiendo a la petición formulada por la Comisión de Ingeniería y Arquitectura del Consejo de Universidades en su sesión del día 4 de diciembre de 2008, el Consejo de Universidades acordó establecer las recomendaciones que se detallan en los Anexos III de la Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química (BOE-A-2009-12977) para las memorias de solicitud de títulos oficiales, propuestas por las Universidades, en los ámbitos de Ingeniería Química (título de Máster). En la elaboración de estas recomendaciones fueron oídos los colegios y asociaciones profesionales interesadas.

Para obtener el título de Máster en Ingeniería Química, el estudiante deberá haber adquirido las siguientes competencias, que definen el perfil profesional del Máster en Ingeniería Química y que han sido incluidas en nuestra solicitud como competencias generales:

1. Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

csv: 756255125557426928057 53

2. Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.
3. Dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos en el ámbito de la ingeniería química y los sectores industriales relacionados.
4. Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología.
5. Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.
6. Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.
7. Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional.
8. Liderar y definir equipos multidisciplinares capaces de resolver cambios técnicos y necesidades directivas en contextos nacionales e internacionales.
9. Comunicar y discutir propuestas y conclusiones en foros multilingües, especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades.
10. Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.
11. Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

2.1.3. La Ingeniería Química en la Universidad de Castilla La Mancha

En la Universidad de Castilla la Mancha se han impartido estudios de Ingeniería Química en la Facultad de Ciencias Químicas (Título de Ingeniero Químico).

Al igual que en el resto de universidades españolas, la titulación se implantó a principios de la década de los noventa (el primer plan de estudios de Ingeniero Químico se empezó a impartir en la Universidad de Valladolid el curso 1992-93, mientras que el de la Universidad de Castilla-La Mancha lo hizo en el curso 1993-94) tras la publicación del correspondiente plan de estudios en el BOE del día 14 de Diciembre de 1993. Posteriormente, durante el curso 1998-99, se llevó a cabo la primera reforma del plan de Estudios de Ingeniero Químico, que fue finalmente publicada en el BOE de 24 de Septiembre de 1999, entrando en vigor el curso 1999-2000.

El objetivo de la titulación de Ingeniero Químico de la UCLM es la formación de profesionales competentes en materia de Ingeniería Química en general y en aquellos campos afines en los que éstos desarrollarán su actividad profesional futura: Ingeniería Medioambiental (Tratamiento de Aguas, Gestión de Residuos, Procesos de Descontaminación Atmosférica y Procesos de Recuperación de Suelos Contaminados) e Ingeniería de Procesos (Tecnología del Refino y Petroleoquímica, Simulación y Control de Procesos Químicos, Gestión de la Calidad en la Industria Química y Seguridad e Higiene Laboral). Otros objetivos a considerar como la mejora integral del individuo, el desarrollo de la industria y la sociedad, el respeto por el medio ambiente y el desarrollo de habilidades transversales (trabajo en grupo, exposición oral, conocimientos informático, etc.) se consideran parte de la formación. Las enseñanzas deben proporcionar el adecuado conocimiento de los principios de las Ciencias, de la Ingeniería y de la Economía, así como del modo de aplicarlas profesionalmente. Tenderán hacia la formación de un experto en la concepción, cálculo, diseño, construcción y operación de instalaciones o equipos en los que la materia experimenta un cambio de estado, de contenido en energía o de composición. La proximidad

csv: 75625512555742692805753

del centro al polo Industrial Químico de Puertollano ha facilitado y facilita contactos e intercambios tanto docentes como investigadores y justifican en gran medida la implantación de este título en la UCLM.

La posición de la titulación es predominante, no sólo por el hecho de impartirse en uno de los centros de mayor solera en la joven Universidad de Castilla-La Mancha, sino también por las propias características del título, que mayoritariamente está impartido por un Departamento, el de Ingeniería Química, con un gran presencia en el ámbito de la investigación aplicada, y por la facilidad con que los egresados consiguen su primer trabajo.

Muchas de las propuestas de mejora educativas planteadas en los últimos años han sido ejecutadas. Podríamos destacar el esfuerzo realizado en dotar a la Facultad de tres aulas informáticas: una de libre acceso para los alumnos y dos de acceso restringido para la impartición de asignaturas o parte de asignaturas que requieren el manejo de material informático (HYSYS, ASPEN, PROMAX, MATHCAD, aplicaciones EXCEL-VBA, etc.). Además, durante los últimos cuatro cursos académicos, se están desarrollando iniciativas tendentes a favorecer la transición de los actuales planes de estudio a los que se deriven del proceso de convergencia europea.

Durante el curso académico 1998/99 se llevó a cabo una reforma del plan de estudios del Título de Ingeniero Químico. Esta reforma se realizó de acuerdo con la experiencia acumulada durante los cinco años de funcionamiento del plan 1993 y con las conclusiones de las reuniones de Directores de Departamentos de Ingeniería Química, celebradas durante el período 1992-1998. Los puntos fundamentales considerados en esta reforma fueron: ***adecuación de la carga docente a la media nacional, reducción en la atomización de las asignaturas, desvinculación del título de Ingeniero Químico y el de Licenciado en Química, adecuación de la optatividad a las necesidades socio-económica*** *(s*e plantearon dos itinerarios en segundo ciclo mediante bloques cerrados de asignaturas optativas con los que dotar a los alumnos de una especialización en los campos en los que actualmente se requieren más titulados en Ingeniería Química: uno de ellos, corresponde a una intensificación en **Ingeniería de Procesos**, en la que se incluye las asignaturas de Tecnología del Petróleo, Petroleoquímica y Fuentes de Energía; el otro itinerario corresponde a una intensificación en **Ingeniería Medioambiental**, en la que se incluyeron asignaturas como Tratamiento de Aguas, Gestión de Residuos y Procesos de Recuperación de Suelos contaminados y Efluentes Gaseosos), etc.

Por otra parte, en cuanto a movilidad de estudiantes, el número de plazas anuales disponibles para estudiantes del título de Ingeniero Químico dentro del programa Erasmus permitiría que un buen número de alumnos matriculados por primera vez (si ninguno de ellos abandonara) pudieran realizar una estancia formativa en alguna universidad europea de lo siguientes países: Gran Bretaña, Holanda, Austria, Italia, Francia, Portugal, Grecia, Polonia y Rumania.

Desde el año 2003 con la creación de los programas de doctorado interuniversitarios, los profesores de departamento de Ingeniería Química participaron en varios másteres, entre los que destaca el Máster en Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales (UCLM-URJC con mención calidad: MCD2003-00351). La adaptación al Espacio Europeo en Educación Superior (EEES) ha llevado a su conversión en Máster oficial, concretándose en el Máster en Ingeniería de Procesos Químicos y Ambientales, que se imparte entre la Universidad Rey Juan Carlos y la Universidad de Castilla-La Mancha. Esta titulación tiene un enfoque claramente científico e investigador. **Es importante destacar que la titulación de Máster en Ingeniería Química que se presenta en esta memoria no procede de ninguna transformación del Máster anterior sino de la adecuación de los anteriores estudios de Ingeniería Química a la estructura Grado+ Máster. Por tanto, la propuesta planteada en esta memoria elabora un título de máster de carácter tanto científico como profesional, dejando el anterior con un claro carácter investigador.**

2.1.4. Inserción laboral e interés para la sociedad

csv: 75625512555742692805753

Los actuales titulados en Ingeniería Química y en Ingeniería Técnica Industrial especialidad en Química Industrial tienen una clara orientación profesional, lo que hace que la mayoría de los egresados se encuentre desempeñando un trabajo en una gran variedad de sectores industriales, que incluyen empresas de Ingeniería y Consultoras, Plantas Manufactureras y departamentos de Marketing y Ventas, así como en la Administración, en actividades de I+D o en la Enseñanza.

Diversos estudios realizados sobre la empleabilidad de los actuales titulados en Ingeniería Química y en Ingeniería Técnica Industrial especialidad en Química Industrial indican que en general son titulaciones muy demandadas, con un bajo nivel de desempleo. Ambos títulos aparecen como muy demandados en los informes sobre inserción laboral. Así en el Informe de Infoempleo de 2007, el título de Ingeniero Químico se encuentra entre las 20 titulaciones más demandadas en varias Comunidades Autónomas. Por sectores, el título de Ingeniero Químico ocupa el puesto 12º en los sectores Industrial y de Automoción, el 7º en el de Maquinaria, el 17º en el de Farmacia y el 20º en el de Alimentación. Durante la elaboración del libro blanco del grado de Ingeniero Químico se llevó a cabo una encuesta sobre inserción laboral de estos titulados a escala nacional (nivel de Máster), sobre un total de más de 6500 titulados, recibiéndose respuestas del 24 % del total. Globalmente el nivel de desempleo era inferior al 8 % y el tiempo requerido para obtener el primer empleo era muy breve, de 4 meses. En cuanto al tipo de trabajo, más del 80 % indicó que estaba directamente relacionado con los estudios realizados; los sectores que absorbían más titulados serían empresas de diseño y proyectos, empresas manufactureras, empresas y consultoras medioambientales, y de investigación y desarrollo. En cuanto a los sectores industriales, son muy variados, pudiendo destacarse las industrias química, de energía y combustibles, alimentaria, madera y papel, metales, plásticos y cauchos y medioambiental. Por último, conviene señalar una encuesta realizada a finales del año 2004, por la Asociación Castellano-Manchega de Ingenieros Químicos, en la que se medía la satisfacción de los egresados en sus puestos de trabajo. Tomando como referencia una valoración de 1 (valor mínimo) a 5 (valor máximo), y a la pregunta de relación del trabajo que desempeñan con los contenidos de los estudios que realizaron, un 32% puntuó con 5, mientras que el 53% puntuó con una nota superior a 3. Un dato significativo es que una parte importante de los egresados (unos veinte anuales) conseguían su primer trabajo a través de acciones y proyectos de investigación emprendidos por el departamento de Ingeniería Química. La acción más importante era la firmada con el grupo REPSOL-YPF, por la que todos los años era necesario cubrir diez puestos de trabajo específicos para Ingenieros Químicos de la UCLM en las plantas piloto de polioles y polietileno de baja densidad, en contratos con una duración máxima de un año. Otra acción destacable, es la colocación de los egresados en tareas de desarrollo dentro de proyectos de investigación del Departamento de Ingeniería Química. Asimismo se fomenta el que determinadas empresas como REPSOL o SABIC (petroleras) o Alquimia (dedicada a la gestión de residuos) puedan exponer sus procedimientos de contratación. También se ha facilitado la incorporación de alumnos para la realización de sus tesis doctorales en otras universidades. Asimismo, se ha facilitado que doctores en Ingeniería Química de esta Universidad pudieran incorporarse a las plantillas de otras universidades, instituciones como el Consejo de Investigaciones Científicas, y empresas como ALQUIMIA SOLUCIONES AMBIENTALES, ARETECH SOLUTIONS, VESTAS, REPSOL-YPF, MOSTINSA, SOLARIA, LABORATORIOS SERVIER, TECNOVE, etc.

2.1.5. Oportunidad de Implantar el título

A la vista de lo expuesto hasta este momento y 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 Máster. La titulación de Grado en Ingeniería Química ya fue verificada y está siendo implantada en este momento en nuestra Universidad y es en esta memoria donde se solicita la titulación de Máster en Ingeniería Química.

csv: 75625512555742692805753

2.2. Referentes externos a la universidad proponente, que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales, para títulos de similares características académicas

El diseño del Máster 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 Máster 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:

- **La Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química.** (BOE-A-2009-12977)
- **El plan de estudios de la titulación de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha y del resto de universidades españolas.** En el momento de acometer la conversión de los antiguos estudios de Ingeniero Químico en la estructura Grado+ Máster, el título de Ingeniero Químico, de cinco años de duración, se impartía en 29 Universidades.
- **Los títulos verificados de Máster Universitario en Ingeniería Química por las universidades Politécnica de Madrid, Murcia y Salamanca**
- **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**.
- **Libros blancos del Programa de Convergencia Europea de la ANECA.**
- **El Working Party de Educación de la European Federation of Chemical Engineers (EFCE**), http://www.efce.org**.**
- **Acreditation Board for Engineering and Technology (ABET),** de Estados Unidos. Es el organismo encargado de acreditar los programas en dicho país (http://www.abet.org/accredited_programs.html).
- **Colegios Oficiales de Profesionales en Ingeniería Química de Castilla La Mancha**
- Recomendaciones de la **Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química** (CODDIQ).
- Diversas encuestas realizadas a docentes, investigadores, empleadores del sector químico industrial, egresados y estudiantes de Ingeniería Química.

csv: 75625512555742692805753

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

La Comisión creada para redactar la Memoria de Máster Universitario en Ingeniería Química por la Universidad de Castilla La Mancha (Comisión del Máster de Ingeniería Química) ha estado integrada por 7 miembros, cumpliendo las directrices del Reglamento para el Diseño, Elaboración y Aprobación de las Nuevas Enseñanzas de Máster Universitario en la UCLM que vienen recogidas en

https://www.uclm.es/normativa/pdf/doctorado_titulos_propios/programa9.pdf.

La Comisión fue aprobada por la Junta de Dirección del Departamento de Ingeniería Química de 16/09/2011 y su actuación refrendada por la Junta de Facultad de la Facultad de Ciencias Químicas de la UCLM. Se resumen a continuación (y se aportan algunas cartas de conformidad en Anexo 1):

- Reuniones mantenidas con la Junta Directiva de la Asociación Castellano Manchega de Ingeniería Química (ACMIQ), organización que agrupa a más de quinientos asociados entre ingenieros químicos egresados de la UCLM y estudiantes del título de Ingeniero Químico de la UCLM.
- Reuniones mantenidas con la Junta Directiva del Colegio de Profesionales de Ingeniería Química de Castilla La Mancha.
- Entrevistas con colectivos de alumnos de la Facultad para conocer su opinión sobre el estado actual y perspectivas de futuro de la titulación. Se ha evaluado la opinión de todos los alumnos mediante reuniones asamblearias celebradas en las mismas aulas en las que se imparte la titulación actual.
- Encuestas a alumnos y profesores llevadas a cabo por las correspondientes comisiones de los planes pilotos que se han desarrollado en el marco del EEES.
- Reuniones de trabajo con empleadores del entorno de los campus de la UCLM.
- Reuniones de trabajo con profesionales de la Ingeniería Química que ocupan cargos de relevancia en la actualidad.
- Sesiones de trabajo, que se vienen manteniendo tradicionalmente desde hace más de cinco años, con profesores de enseñanzas medias y universidad, en relación con las problemáticas de los estudios de Ingeniería Química.
- Reuniones mantenidas con la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química (CODDIQ).
- Informes distribuidos por la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química sobre la elaboración de los nuevos planes de estudio relacionados con la Ingeniería Química.
- Participación en las Reuniones de Departamentos de Ingeniería Química, que anualmente reúnen a un colectivo importante de profesores del área que soporta el mayor encargo docente dentro del título.
- Comisión de garantía de calidad de la Facultad de Ciencias Químicas

csv: 75625512555742692805753