

Informe sobre los recursos docentes requeridos para la impartición del Máster de Ingeniería Industrial en la Escuela Superior de Ingeniería

Dirección de la Escuela Superior de Ingeniería

8 de enero de 2014

Índice

1. Contenidos del Máster	2
2. Acuerdos andaluces sobre estructura del máster	3
3. Asignación de materias a áreas de conocimiento	5
4. Necesidades docentes del Máster	6
4.1. Líneas de actuación	7
4.1.1. Extinción del título de Ingeniero en Organización Industrial	8
4.1.2. Extinción del título de Ingeniero Químico	8
4.1.3. Estudio de la oferta de optatividad existente actualmente en los grados	8
4.1.4. Replanteamiento del mapa de títulos a nivel de másteres	10
4.1.5. Uso de teledocencia	11
4.2. Resumen de necesidades docentes	11
5. Conclusiones	13

1. Contenidos del Máster

El Máster de Ingeniería Industrial es un máster habilitante a la profesión de Ingeniero Industrial y que sus contenidos vienen reflejados en la Orden CIN/311/2009, 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 Industrial.

Teniendo este en cuenta, en la citada orden se establecen los contenidos mínimos que deben tener estos másteres. Éstos contenidos son los siguientes:

Tecnologías Industriales, 30 ECTS

- B01 Conocimientos y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
- B02 Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación.
- B03 Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas.
- B04 Capacidad para el análisis y diseño de procesos químicos.
- B05 Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial.
- B06 Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.
- B07 Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.
- B08 Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.

Gestión, 15 ECTS

- C01 Conocimientos y capacidades para organizar y dirigir empresas.
- C02 Conocimientos y capacidades de estrategia y planificación aplicadas a distintas estructuras organizativas.
- C03 Conocimiento de derecho mercantil y laboral.
- C04 Conocimiento de contabilidad financiera y de costes.
- C05 Conocimiento de sistemas de información a la dirección, organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad.
- C06 Capacidades para organización del trabajo y gestión de recursos humanos. Conocimientos sobre prevención de riesgos laborales.
- C07 Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.
- C08 Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos.

Instalaciones, 15 ECTS

- D01 Capacidad para el diseño, construcción y explotación de plantas industriales.
- D02 Conocimientos sobre construcción, edificación, instalaciones, infraestructura y urbanismo en el ámbito de la ingeniería industrial.
- D03 Conocimientos y capacidades para el cálculo y diseño de estructuras.
- D04 Conocimientos y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de seguridad.
- D05 Conocimientos sobre métodos y técnicas del transporte y manutención industrial.
- D06 Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.
- D07 Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

2. Acuerdos andaluces sobre estructura del máster

En relación a este máster existen dos acuerdos a nivel andaluz sobre la estructura del mismo. Estos son:

- Acuerdo de Estructura Común del Máster en Ingeniería Industrial en Andalucía, firmado por la ETS de Ingeniería Industrial de la Universidad de Málaga, la ETS de Ingeniería de la Universidad de Sevilla, la EPS de la Universidad de Jaén y la EPS de Algeciras de la Universidad de Cádiz, de julio de 2011.
- Acuerdo de la estructura de Máster en Ingeniería Industrial aprobado por los directores de escuela de Ingeniería Técnica Industrial a nivel andaluz.

En ambos acuerdos, se determinó la siguiente estructura del máster:

MÓDULO	CRÉDITOS
Tecnologías Industriales	40 ECTS
Gestión	18 ECTS
Instalaciones	20 ECTS
Complementos optativos	30 ECTS
Trabajo Fin de Máster	12 ECTS
Total	120 ECTS

El desglose en materias de cada uno de los siguientes módulos es el siguiente:

- Módulo de Tecnologías Industriales, de 40 ECTS, con las siguientes materias:

MATERIA	ECTS	COMPETENCIAS
Tecnología eléctrica	5	B01
Sistemas integrados de fabricación	5	B02
Tecnología de máquinas	5	B03
Tecnología química	5	B04
Tecnología hidráulica	5	B05
Tecnología energética	5	B06
Diseño electrónico	5	B07
Automatización y control	5	B08

- Módulo de Gestión, de 18 ECTS, con las siguientes materias:

MATERIA	ECTS	COMPETENCIAS
Administración y gestión de empresas	5	C01, C02, C03, C04
Sistemas Integrados de producción	5	C05
recursos humanos y prevención	5	C06
Proyectos	3	C07, C08

- Módulo de Instalaciones, de 20 ECTS, con las siguientes materias:

MATERIA	ECTS	COMPETENCIAS
Construcciones industriales	5	D01
Teoría de estructuras	5	D02, D03, D04
Ingeniería del transporte	5	D05
Gestión de la calidad	5	D06, D07

- Módulo de complementos optativos de 30 ECTS, el cuál permitirá especificar los contenidos dependiendo del perfil de acceso del alumno, existiendo la posibilidad de la inclusión de optativas, con carácter profesional o investigador. En el caso de la ESI, en este módulo se propondrá que el alumno pueda completar esos 30 créditos ECTS mediante:

- Un perfil de asignaturas optativas enfocados a la Organización Industrial
- Un conjunto de asignaturas incluidas en los siguientes másteres que se imparten en la ESI:
 - Máster Interuniversitario Ingeniería Acústica
 - Máster Prevención de Riesgos Laborales
 - Máster Investigación en Ingeniería de Sistemas y Computación
 - Máster Ingeniería de Fabricación

- Trabajo Fin de Máster, de 12 ECTS

3. Asignación de materias a áreas de conocimiento

De acuerdo a los contenidos de las competencias indicadas, una posible asignación a áreas de conocimiento a dichas materias es la siguiente:

- Módulo de Tecnologías Industriales, de 40 ECTS, con las siguientes materias:

MATERIA	ÁREA	DEPARTAMENTO
Tecnología eléctrica	Ing. Eléctrica	Ing. Eléctrica
Sistemas integrados de fabricación	Ing. de Procesos de Fabricación	Ing. Mecánica y Diseño Industrial
Tecnología de máquinas	Ing. Mecánica	Ing. Mecánica y Diseño Industrial
Tecnología química	Química orgánica	Química orgánica
Tecnología hidráulica	Máquina y motores térmicos	Máquinas y motores térmicos
Tecnología energética	Ing. Eléctrica	Ing. Eléctrica
	Máquina y motores térmicos	Máquinas y motores térmicos
Diseño electrónico	Tecnología Electrónica - Electrónica	Ing. en Automática, Electrónica, Arquitectura y redes de computadores
Automatización y control	Ing. Sistemas y Automática	Ing. en Automática, Electrónica, Arquitectura y redes de computadores

- Módulo de Gestión, de 18 ECTS, con las siguientes materias:

MATERIA	ÁREA	DEPARTAMENTO
Administración y gestión de empresas	Org. Empresas	Org. Empresas
Sistemas Integrados de producción	Org. Empresas	Org. Empresas
Recursos humanos y prevención	Org. Empresas	Org. Empresas
Proyectos	Proyectos	Ing. Mecánica y Diseño Industrial

- Módulo de Instalaciones, de 20 ECTS, con las siguientes materias:

MATERIA	ÁREA	DEPARTAMENTO
Construcciones industriales	Proyectos	Ing. Mecánica y Diseño Industrial
Teoría de estructuras	Mecánica de Medios continuos y teoría de estructuras	Ing. Mecánica y Diseño Industrial
Ingeniería del transporte	Ing. Mecánica	Ing. Mecánica y Diseño Industrial
Gestión de la calidad	Estadística	Estadística e Investigación operativa

En relación al Módulo de Complementos optativos, la posibilidad de cursar asignaturas de otros másteres no implicaría ninguna carga docente adicional al ser asignaturas que se están impartiendo. En este sentido, el único coste que plantearía este módulo es la oferta de otros itinerarios diferentes a los existentes en Másteres. Inicialmente, se propone un itinerario de complemento optativo que se denominaría Organización Industrial, cuyo posible contenido sería el siguiente:

MATERIA	CRÉDITOS	ÁREA	DEPARTAMENTO
Dirección financiera	6	Economía Financiera y Contabilidad	Economía Financiera y Contabilidad
Dirección comercial	6	Comercialización e investigación de mercados	Marketing y comunicación
Política industrial y tecnológica	6	Economía general	Economía general
Creación de empresas e innovación	6	Org. Empresas	Org. Empresas
Métodos cuantitativos	6	Estadística	Estadística e Investigación operativa

4. Necesidades docentes del Máster

Teniendo en cuenta esa posible asignación a áreas de conocimiento, se obtienen los siguientes créditos por área (exceptuando el módulo de complementos optativos):

ÁREAS	CRÉDITOS EN EL MÁSTER
Ing. Eléctrica	7,5
Química orgánica	5
Máquina y motores térmicos	7,5
Tecnología electrónica - Electrónica	5
Ing. sistemas y automática	5
Ing. mecánica	10
Org. empresas	15
proyectos	8
Mecánica de los medios continuos y teoría de estructuras	5
Ing. de procesos de fabricación	5
Estadística	5

Respecto al módulo de complementos optativos, en cuanto al itinerario optativo de Organización Industrial plantearía una serie de necesidades docentes, que se reflejan a continuación:

ÁREAS	CRÉDITOS EN COMPLEMENTOS OPTATIVOS
Economía Financiera y Contabilidad	6
Comercialización e investigación de mercados	6
Economía general	6
Org. Empresas	6
Estadística	6

4.1. Líneas de actuación

Dada la situación actual que dificulta la contratación de profesorado para la impartición de nuevos títulos, para poder contrarrestar las necesidades que se pudieran derivar de la impartición de este máster en la ESI, por parte de la dirección de la ESI se plantean las siguientes líneas de actuación:

- Uso de recursos docentes liberados por la extinción del título de Ingeniero en Organización Industrial.
- Uso de recursos docentes liberados por la extinción del título de Ingeniero Químico (impartido en la Facultad de Ciencias).
- Reducción de la optatividad en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, Grado en Ingeniería Mecánica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Grado en Ingeniería Eléctrica.
- Modificación del mapa de másteres impartidos en la ESI.

4.1.1. Extinción del título de Ingeniero en Organización Industrial

En el curso 2014-2015 dejarán de impartirse las titulaciones LRU, más en concreto, el título de Ingeniero en Organización Industrial. Dicho título posee una serie de asignaturas vinculadas a áreas de conocimiento del Máster en Ingeniería Industrial. En concreto:

ASIGNATURAS	CRÉDITOS	ÁREA
Sistemas eléctricos en plantas industriales	4,5	Ing. Eléctrica
Química orgánica industrial	4,5	Química orgánica
Gestión y ahorro energético en la industria	4,5	Máquina y Motores térmicos
Sistemas industriales de control	4,5	Ing. Sistemas y Automática
Diseño, planificación y gestión de proyectos 1	4,5	Org. Empresas
Diseño, planificación y gestión de proyectos 2	4,5	Org. Empresas
Competitividad e innovación en la empresa	3	Org. Empresas
Teoría de resolución de problemas	6	Org. Empresas
Proyectos	6	Proyectos
Aplicaciones de elasticidad y resistencia de materiales	4,5	Mecánica de Medios continuos y teoría de estructuras
Tecnología de los sistemas de fabricación	4,5	Ing. Procesos de Fabricación
Investigación operativa	7,5	Estadística

4.1.2. Extinción del título de Ingeniero Químico

En el curso 2014-2015 dejarán de impartirse las titulaciones LRU, más en concreto, el título de Ingeniero Químico. Dicho título posee una serie de asignaturas vinculadas a áreas de conocimiento del Máster en Ingeniería Industrial. En concreto:

ASIGNATURAS	CRÉDITOS	ÁREA
Proyectos y oficina técnica	10,5	Proyectos
Gestión energética y renovables	6	Máquinas y motores térmicos
Teoría de máquinas y estructuras	6	Ing. Mecánica

4.1.3. Estudio de la oferta de optatividad existente actualmente en los grados

Los distintos títulos que a partir del próximo curso formarán la oferta de la ESI, contienen una elevada alta de optatividad en los mismos. Actualmente, el título de GITI,

y por lo tanto, los títulos especialistas en los que se divide, cuentan con la siguiente oferta de optatividad:

- 3 Módulos de 18 ECTS relacionados con la Ingeniería Mecánica
- 2 Módulos de 18 ECTS relacionados con la Ingeniería Eléctrica
- 2 Módulos de 18 ECTS relacionados con la Ingeniería Electrónica Industrial
- 1 Módulo multidisciplinar con 8 asignaturas de 6 ECTS cada una.

Esas optativas unidas a que las propias asignaturas de las tecnologías forman parte también del módulo de optativas, hace que la oferta de optatividad de los títulos sea de 318 ECTS para los 36 ECTS que deben cursar los alumnos, por lo que es posible pensar en una reducción de la misma, con objeto de aliviar las tensiones derivadas de un incremento de carga docente por la impartición del máster de Ingeniería Industrial.

Tras el análisis de optativas existente, desde la dirección de la ESI se ve apropiado la reducción de la oferta de optativas del módulo multidisciplinar, las cuales son las siguientes:

ASIGNATURA	CRÉDITOS	ÁREA
Aplicaciones micro-robóticas	6	Arquitectura de computadores
Gestión de la Calidad Industrial	6	Ing. Eléctrica (2 ECTS) Estadística (2 ECTS) Ing. Procesos Fabricación (2 ECTS)
Modelos Matemáticos y Estadísticos en Ingeniería	6	Matemática aplicada (3 ECTS) Estadística (3 ECTS)
Topografía	6	Expresión gráfica
Climatización y ahorro energético en edificios	6	Máquina y motores térmicos
Instalaciones industriales	6	Proyectos (4 ECTS) Ing. Eléctrica (2 ECTS)
Mantenimiento Industrial	6	Ing. Eléctrica (3 ECTS) Ing. Mecánica (3 ECTS)
Oficina Técnica, Legislación y Normalización en Ingeniería Industrial	6	Proyectos

Por otro lado, en la oferta específica por especialidad se observa que la oferta de optatividad relacionada con la Ingeniería Mecánica es superior al resto de especialidades, existiendo 3 módulos de 18 ECTS en lugar de 2 módulos de 18 ECTS como en el resto de especialidades. Dado que el futuro título de Ingeniería Mecánica sólo dispone de 36 créditos de optativas, también se podría estudiar el reducir dicha oferta a 3 módulos de 12 ECTS. De este modo, se seguirían ofertando las distintas especialidades de mecánica pero con un contenido más reducido. Esta reducción de módulos de 18 ECTS a 12 ECTS afectaría a las áreas de conocimiento que aparecen en la siguiente tabla:

ASIGNATURA	CRÉDITOS	ÁREA DE CONOCIMIENTO
<i>Perfil Diseño de máquinas</i>		
Aparatos de elevación, transporte y manutención	6	Ing. Mecánica
Mecánica de Robots	6	Ing. Mecánica
Mecanismos y Máquinas	6	Ing. Mecánica
<i>Perfil Fabricación</i>		
Fabricación asistida	6	Ing. Procesos Fabricación
Ingeniería de procesos de conforma- do con conservación de materiales	6	Ing. Procesos Fabricación
Ingeniería del mecanizado	6	Ing. Procesos Fabricación
<i>Perfil Estructuras</i>		
Estructuras metálicas, de hormigón y cimentaciones	6	Mecánica de Medios continuos y teoría de estructuras
Mecánica Analítica	6	Mecánica de Medios continuos y teoría de estructuras
Métodos de análisis de estructuras	6	Mecánica de Medios continuos y teoría de estructuras

La reducción de 18 a 12 ECTS por módulo permitiría que las 3 áreas implicadas obtuviesen una reducción de 6 ECTS cada una.

Esta reducción de optativas quedará condicionada a las necesidades derivadas de las áreas de conocimiento para la implantación del máster en Ingeniería Industrial.

4.1.4. Replanteamiento del mapa de títulos a nivel de másteres

La entrada del Máster en Ingeniería Industrial así como la situación de algunos másteres que se imparten en la ESI en cuanto al número de alumnos, hace necesario que desde la dirección se esté realizando un replanteamiento del mapa de títulos de manera que aquellos másteres con poca demanda puedan suprimirse, y dichos recursos docentes se puedan emplear en el máster de Ingeniería Industrial, incorporándose como optativas dentro del módulo de complementos optativos del máster en Ingeniería Industrial.

En concreto el máster con más posibilidad de incorporación al máster de Ingeniería Industrial es el máster de Ingeniería Acústica. Esto permitiría reducir incluso la carga docente, dado que en el máster de Ingeniería Acústica tiene una estructura de 40 ECTS más 20 ECTS de trabajo fin de máster, mientras que su inclusión en el máster de Ingeniería Industrial reduciría su carga a 30 ECTS.

Otro máster con posibilidad de incorporación al máster de Ingeniería Industrial es el máster de Investigación en Ingeniería de Sistemas y Computación, donde se disponen actualmente de oferta de dos especialidades de 30 ECTS, más un módulo común

de 12 ECTS. La incorporación de las especialidades al máster de Ingeniería Industrial, permitiría reducir en 12 ECTS la carga docente.

Este replanteamiento se realizaría si el master se diseña con una estructura de 120 créditos.

4.1.5. Uso de teledocencia

Dado que el máster se impartiría en dos centros de la Universidad de Cádiz, es posible el uso de teledocencia en algunas asignaturas que no requieran del empleo de laboratorios, de manera que se impartirían físicamente en un centro (ESI ó EPSA) para los dos de manera simultánea mediante el empleo de aulas de teledocencia.

4.2. Resumen de necesidades docentes

La siguiente tabla muestra el resumen de las necesidades docentes y los créditos que se conseguirían reducir tras la extinción del título de Ingeniero en Organización Industrial y del Ingeniero Químico, así como una reducción de las optativas de los títulos de Grado, que afectarían por un lado al perfil multidisciplinar y por otro lado a la oferta de asignaturas optativas en el Grado en Ingeniería Mecánica.

ÁREAS	REDUCCIONES CRÉDITOS				
	IOI	OPT. MULTIDISCIPLINAR	OPT. ESPECÍFICAS	IQ	TOTAL
Ing. Eléctrica	4,5	7	–	–	11,5
Química orgánica	4,5	–	–	–	4,5
Máquina y Motores térmicos	4,5	6	–	6	16,5
Tecnología Electrónica - Electrónica	–	–	–	–	–
Ing. Sistemas y Automática	4,5	–	–	–	4,5
Ing. Mecánica	–	3	6	6	15
Org. Empresas	18	–	–	–	18
Proyectos	6	10	–	10,5	26,5
Mecánica de Medios continuos y teoría de estructuras	4,5	–	6	–	10,5
Ing. de Procesos de Fabricación	4,5	2	6	–	12,5
Estadística	7,5	5	–	–	12,5

La siguiente tabla muestra la comparativa de las reducciones con las necesidades planteadas. Se marca en rojo donde la demanda es superior a lo que se obtendría con

las necesidades y en azul el exceso de créditos obtenidos con la reducción sobre las necesidades planteadas. Es de destacar que las necesidades no cubiertas en muchas áreas son inferiores a 1 crédito, salvo en las áreas de Tecnología Electrónica - Electrónica, que entendemos existen disponibilidades entre las dos áreas.

ÁREAS	NECESIDADES	REDUCCIONES	TOTAL
Ing. Eléctrica	7,5	11,5	-4
Química orgánica	5	4,5	0,5
Máquina y Motores térmicos	7,5	16,5	-9
Tecnología Electrónica - Electrónica	5	–	5
Ing. Sistemas y Automática	5	4,5	0,5
Ing. Mecánica	10	15	-5
Org. Empresas	15	18	-3
Proyectos	8	26,5	-18,5
Mecánica de Medios continuos y teoría de estructuras	5	10,5	-4,5
Ing. de Procesos de Fabricación	5	12,5	-7,5
Estadística	5	12,5	-7,5

Por otro lado, indicar que con la extinción del título de Ingeniero en Organización Industrial y el título de Ingeniero Químico salvo Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica y las mencionadas Tecnología Electrónica - Electrónica, prácticamente todas las áreas quedarían cubiertas en su demanda. Con la reducción de optativas se podría incluso dotar a algunas áreas de créditos para la posible oferta de optativas en el Módulo de complementos optativos, remarcadas en azul los créditos que se obtendrían, e incluso aliviar la carga que actualmente sustentan dichas áreas con los másteres que se imparten actualmente en la ESI, cuya implantación requirió previamente el compromiso de los departamentos de no solicitar profesorado para su impartición.

En relación al perfil de Organización Industrial propuesto en el módulo de complementos optativos propuesto, este solo se ofertaría en el caso de que se dispusiera de capacidad en las áreas indicadas, cuyas necesidades se puede ver en la siguiente tabla:

ÁREA	CRÉDITOS EN COMPLEMENTOS OPTATIVOS
Economía Financiera y Contabilidad	6
Comercialización e investigación de mercados	6
Economía general	6
Org. Empresas	6
Estadística	6

De todos, salvo el área de Organización de Empresas dispondría de al menos 3 créditos de acuerdo a las reducciones planteadas anteriormente. El resto de áreas sería necesario conocer su disponibilidad.

5. Conclusiones

Las necesidades docentes planteadas por el Máster en Ingeniería Industrial pueden ser cubiertas en casi todas las áreas con las disponibilidades actuales el segundo ciclo de Ingeniería en Organización Industrial y el Ingeniero Químico. Si a esto le sumamos una racionalización de la oferta de optativas de los títulos de grado que se imparten actualmente en la ESI podríamos asegurar todas las necesidades docentes derivadas del Máster y por lo tanto producir un cierto margen de créditos para la oferta del módulo de Complementos Optativos.

Por otro lado, en el caso del módulo de Complementos Optativos, al estar formado por asignaturas de otros másteres no sería necesario la inclusión de otros perfiles. No obstante se realiza inicialmente una propuesta de un perfil de Organización Industrial, que quedaría supeditado a la disponibilidad de recursos docentes para su impartición.

Finalmente, recalcar que aunque en la reunión del Consejo Andaluz de Universidades celebrada el pasado 4 de noviembre se acordó en relación con la "Planificación del curso académico 2013/2014, de las Universidades Públicas de Andalucía. Ejercicio Presupuestario 2014" que para el curso académico 2014-2015, no se tramitarán nuevas propuestas de autorización de enseñanzas universitarias conducentes a titulaciones oficiales que supongan incremento de gastos en los Presupuestos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, quisieramos hacer notar que este Máster debe considerarse como un caso diferente puesto que es habilitante a una profesión, de manera que si no se ofertase dicho máster, la Universidad dejaría de formar profesionales de la Ingeniería Industrial.