

*Conocimientos y capacidades para el Cálculo, Diseño y
Ensayo de Máquinas en los títulos de Grado
y
Capacidad para el Diseño y Ensayo de Máquinas en los
títulos de Máster*

**Fernando Viadero Rueda, Dr. I.I.
Catedrático de Universidad
Grupo de Ingeniería Mecánica, UC**

- 1. Marco legal del sistema universitario español.***
- 2. Grado en Ingeniería Mecánica.***
- 3. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.***
- 4. Master Ingeniero Industrial.***

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la **ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales** (última modificación: 17 de junio de 2015).

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**.

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**.

EL REAL DECRETO 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, indica que los nuevos planes de estudio tendrán que contemplar en su diseño tanto las competencias que indica el **Marco Europeo de Cualificaciones para la Educación Superior** como las competencias que marque el correspondiente marco español, **MECES**.

Además la ANECA tendrá que velar por esta cuestión tanto en los procesos de verificación como en los procesos de acreditación posteriores.

REAL DECRETO 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el **Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior**.

Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el **Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior**.

La Conferencia de Ministros europeos de Educación Superior celebrada en Bergen en mayo de 2005 tomó la decisión de adoptar un marco comprensivo de cualificaciones para el espacio europeo de educación superior, que está construido sobre los denominados "descriptores de Dublín".

... nuestro país, al igual que el resto de los países implicados en el Proceso de Bolonia, ha adquirido el compromiso de diseñar y poner en marcha su marco de cualificaciones para la educación superior que sea comparable con su equivalente europeo ...

Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el **Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior**.

Artículo 4. Estructura del MECES.

*El **Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior** se estructura en cuatro niveles con la siguiente denominación para cada uno de ellos:*

- 1. Nivel 1: Técnico Superior.*
- 2. Nivel 2: Grado.*
- 3. Nivel 3: Máster.*
- 4. Nivel 4: Doctor.*

Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el **Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior**.

Artículo 6. Nivel de Grado.

1. El nivel de Grado se constituye en el nivel 2 del MECES, en el que se incluyen aquellas cualificaciones que tienen como finalidad la obtención por parte del estudiante de **una formación general**, en una o varias disciplinas, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional.
2. Las características de las cualificaciones ubicadas en este nivel vienen definidas por los siguientes descriptores presentados en términos de resultados del aprendizaje:
 - a) haber adquirido **conocimientos avanzados** y demostrado una comprensión de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en su campo de estudio con una profundidad que llegue hasta la vanguardia del conocimiento;
 - b) poder, mediante argumentos o procedimientos elaborados y sustentados por ellos mismos, aplicar sus conocimientos, la comprensión de estos y sus capacidades de resolución de problemas en ámbitos laborales complejos o profesionales y especializados que requieren el uso de ideas creativas e innovadoras;
 - c) tener la capacidad de recopilar e interpretar datos e informaciones sobre las que fundamentar sus conclusiones incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, la reflexión sobre asuntos de índole social, científica o ética en el ámbito de su campo de estudio;
 - d) ser capaces de desenvolverse en situaciones complejas o que requieran el desarrollo de nuevas soluciones tanto en el ámbito académico como laboral o profesional dentro de su campo de estudio;
 - e) saber comunicar a todo tipo de audiencias (especializadas o no) de manera clara y precisa, conocimientos, metodologías, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de su campo de estudio;
 - f) ser capaces de identificar sus propias necesidades formativas en su campo de estudio y entorno laboral o profesional y de organizar su propio aprendizaje con un alto grado de autonomía en todo tipo de contextos (estructurados o no).
3. Las cualificaciones incluidas en este nivel se indican en el apartado correspondiente del cuadro que figura en el anexo a esta norma.

Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el **Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior**.

Artículo 7. Nivel de Máster.

1. El nivel de Máster se constituye en el nivel 3 del MECES, en el que se incluyen aquellas cualificaciones que tienen como finalidad la adquisición por el estudiante de **una formación avanzada**, de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional, o bien a promover la iniciación en tareas investigadoras.
2. Las características de las cualificaciones ubicadas en este nivel vienen definidas por los siguientes descriptores presentados en términos de resultados del aprendizaje:
 - a) haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, **en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado**, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio;
 - b) **saber aplicar e integrar sus conocimientos**, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados;
 - c) saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso;
 - d) ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad;
 - e) saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan;
 - f) haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento;
 - g) ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
3. Las cualificaciones incluidas en este nivel se indican en el apartado correspondiente del cuadro que figura en el anexo a esta norma.

En la *Orden CIN/351/2009* el Ministerio procedió a establecer los requisitos a los que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de los **títulos de Grado** que **habiliten** para el **ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial**, que presenten las universidades para su verificación por el Consejo de Universidades.

Objetivos: Competencias que los estudiantes deben adquirir:

*Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, **equipos mecánicos**, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.*

.....

Orden CIN/351/2009
Apartado 5.

Planificación de las enseñanzas:

- Bloque de formación básica (60 créditos).
- Bloque común a la rama industrial (60 créditos).
- **Bloque de tecnología específica (48 créditos).**
- Trabajo fin de grado (12 créditos).

Bloque de tecnología específica MECANICA (48 créditos):

1. Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica.
2. **Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas.**
3. Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.
4. Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales.
5. Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.
6. Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas.
7. Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales.
8. Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad.

¿Cómo se ha plasmado lo anterior en los planes verificados?

Materia: Cálculo, diseño y ensayo de máquinas

Dedicación en los planes de estudio analizados (**44**):

Media: 8,5 créditos

Desviación: 3,2 créditos (37,2%)

Valor máximo: 16 créditos

Valor mínimo: 4,5 créditos

Moda: 6 créditos

Interpretación por ítems en los planes de estudio de **Grado en Ingeniería Mecánica** analizados (41) de la materia:

Cálculo, diseño y ensayo de máquinas

Diseño de máquinas:

- Consideraciones generales
- Elasticidad. Teorías de fallo estático
- Fatiga
- Tribología. Lubricación
- Uniones en máquinas
- Diseño de elementos de máquinas
- Modelizado y simulación (CAE)

Ensayo de máquinas:

- Ensayos dinámicos
- Ensayos de fatiga
- Otros ensayos
- Ensayos (sin especificar)

Teoría de máquinas:

- Cinemática de máquinas y mecanismos
- Síntesis de mecanismos
- Dinámica de mecanismos y máquinas
- Vibraciones en máquinas

Otros:

- Metrología
- Modelado geométrico
- Materiales

Porcentaje de ítems tratados en los 41 planes analizados

Diseño de máquinas:



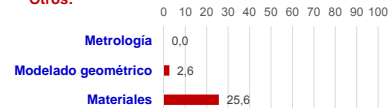
Ensayo de máquinas:

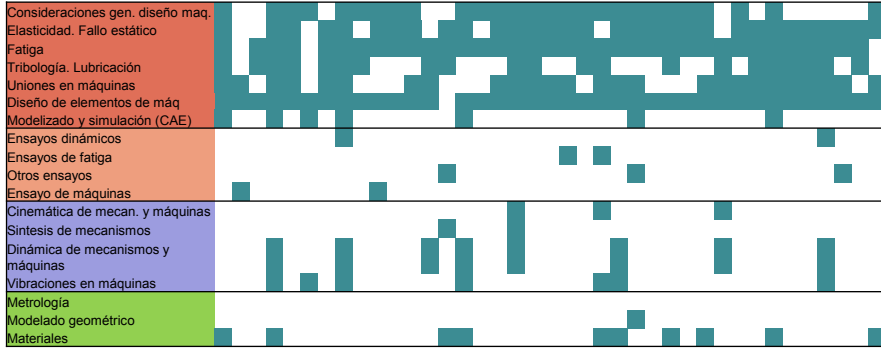


Teoría de máquinas:

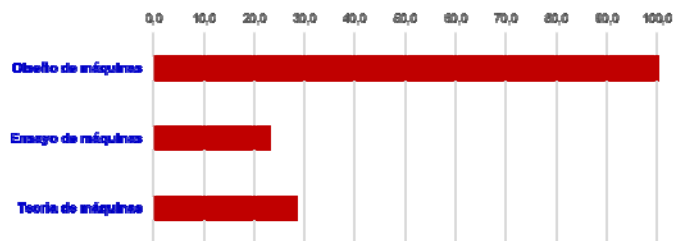


Otros:





Distribución % de temáticas tratadas en los 41 planes analizados



! Mayor peso del diseño frente al ensayo. La totalidad de los planes contempla temáticas de diseño y ensayo.

Orden CIN/311/2009

Apartado 4.2 Condiciones de **acceso al Master**.

4.2.1 Podrá acceder al Master que habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial, quien haya adquirido previamente las competencias que se recogen en el apartado 3 de la Orden Ministerial 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 y su formación estar de acuerdo con la que se establece en el apartado 5 de la antes citada Orden Ministerial.

4.2.2 Asimismo, **se permitirá el acceso al máster** cuando, el título de grado del interesado, acredite haber cursado el módulo de formación básica y el módulo común a la rama, ***aún no cubriendo un bloque completo del módulo de tecnología específica y sí 48 créditos de los ofertados en el conjunto de los bloques*** de dicho módulo de un título de grado que habilite para el ejercicio de Ingeniero Técnico Industrial ...

¿Cómo se ha plasmado lo anterior en los planes verificados?

Materia: Cálculo, diseño y ensayo de máquinas

Dedicación en los planes de estudio analizados (17):

Media: 3,1 créditos

Desviación: 2,6 créditos (84,9 %)

Valor máximo: 6 créditos

Valor mínimo: 0 créditos

Moda: 6 créditos

Interpretación por ítems en los planes de estudio de **Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales** analizados (17) de la materia: **Cálculo, diseño y ensayo de máquinas**

Diseño de máquinas:

- Consideraciones generales
- Elasticidad. Teorías de fallo estático
- Fatiga
- Tribología. Lubricación
- Uniones en máquinas
- Diseño de elementos de máquinas
- Modelizado y simulación (CAE)

Ensayo de máquinas:

- Ensayos dinámicos
- Ensayos de fatiga
- Otros ensayos
- Ensayos (sin especificar)

Teoría de máquinas:

- Cinemática de máquinas y mecanismos
- Síntesis de mecanismos
- Dinámica de mecanismos y máquinas
- Vibraciones en máquinas

Otros:

- Metrología
- Modelado geométrico
- Materiales

Porcentaje de ítems tratados en los 17 planes analizados

Diseño de máquinas:



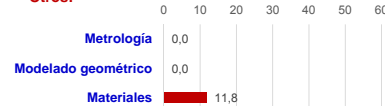
Ensayo de máquinas:

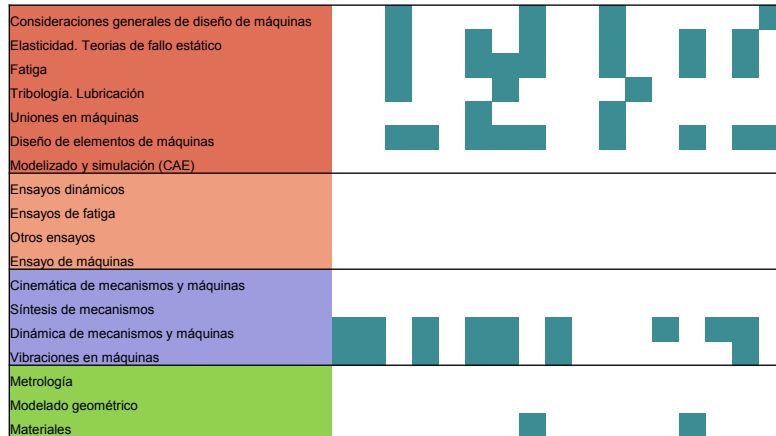


Teoría de máquinas:

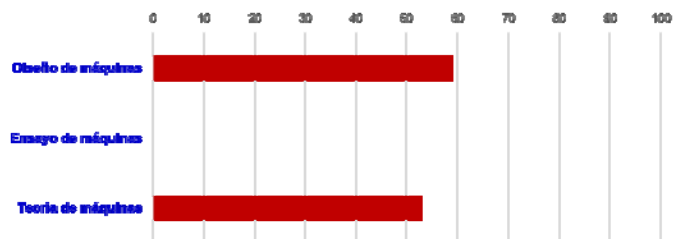


Otros:





Distribución % de temáticas tratadas en los 17 planes analizados



! Ningún plan contempla el ensayo. Mayor peso relativo de la teoría de máquinas.

Orden CIN/311/2009

Apartado 3. **Objetivos.**

Para obtener el título, el estudiante deberá haber **adquirido las siguientes competencias:**

- *Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de:* métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, **ingeniería mecánica**, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
- **Proyectar, calcular y diseñar productos**, procesos, instalaciones y plantas.
- Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
- Realizar **investigación, desarrollo e innovación en productos**, procesos y métodos.
- ...

Orden CIN/311/2009

Apartado 5. **Planificación de las enseñanzas.**

Los títulos a que se refiere el presente acuerdo son enseñanzas universitarias oficiales de Máster, y sus planes de estudios deberán organizarse de forma que la **duración total de la formación de Grado y Máster no sea inferior a 300 créditos europeos**, a los que se refiere el artículo 5 del mencionado Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre. Para la obtención del título de máster se requerirá una formación de posgrado en función de las competencias contempladas en **el Máster** y de las competencias del título de grado que posea el solicitante que, en total, **no exceda 120 créditos europeos**.

Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa pública de un trabajo de fin de Máster, que computará entre 6 y 30 créditos y que en todo caso se computará en el límite global de duración del máster.

Orden CIN/311/2009

Apartado 5. **Planificación de las enseñanzas.**

El plan de estudios deberá incluir, como mínimo, los siguientes módulos:

- **Tecnologías Industriales (30 créditos).**
- Gestión (15 créditos).
- Instalaciones, plantas y construcciones complementarias (15 créditos).
- Trabajo fin de master (entre 6 y 30 créditos).

Módulo de Tecnologías Industriales (30 créditos):

1. Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
2. Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación.
3. **Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas.**
4. Capacidad para el análisis y diseño de procesos químicos.
5. Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial
6. Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.
7. Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.
8. Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.

¿Cómo se ha plasmado lo anterior en los planes verificados?

Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas

Dedicación en los planes de estudio analizados (42):

Media: 4,5 créditos

Desviación: 1,7 créditos (36,4 %)

Valor máximo: 12 créditos

Valor mínimo: 2 créditos

Moda: 3 créditos

Interpretación por ítems en los planes de estudio de **Master Ingeniero Industrial** analizados (35) de la “**Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas**”

Diseño de máquinas:

- Consideraciones generales
- Elasticidad. Teorías de fallo estático
- Fatiga
- Tribología. Lubricación
- Uniones en máquinas
- Diseño de elementos de máquinas
- Modelizado y simulación (CAE)

Ensayo de máquinas:

- Ensayos dinámicos
- Ensayos de fatiga
- Otros ensayos
- Ensayos (sin especificar)

Teoría de máquinas:

- Cinemática de máquinas y mecanismos
- Síntesis de mecanismos
- Dinámica de mecanismos y máquinas

- Vibraciones en máquinas

Otros:

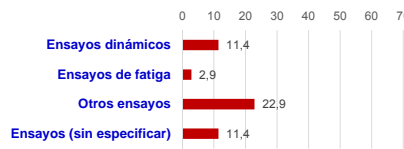
- Metrología
- Modelado geométrico
- Materiales

Porcentaje de ítems tratados en los 35 planes analizados

Diseño de máquinas:



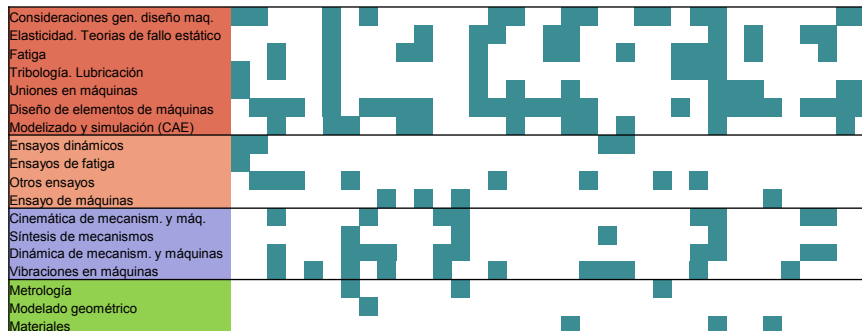
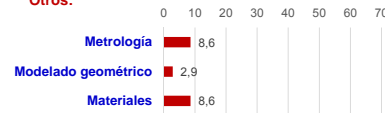
Ensayo de máquinas:



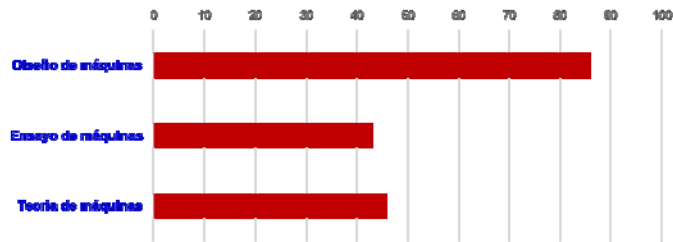
Teoría de máquinas:



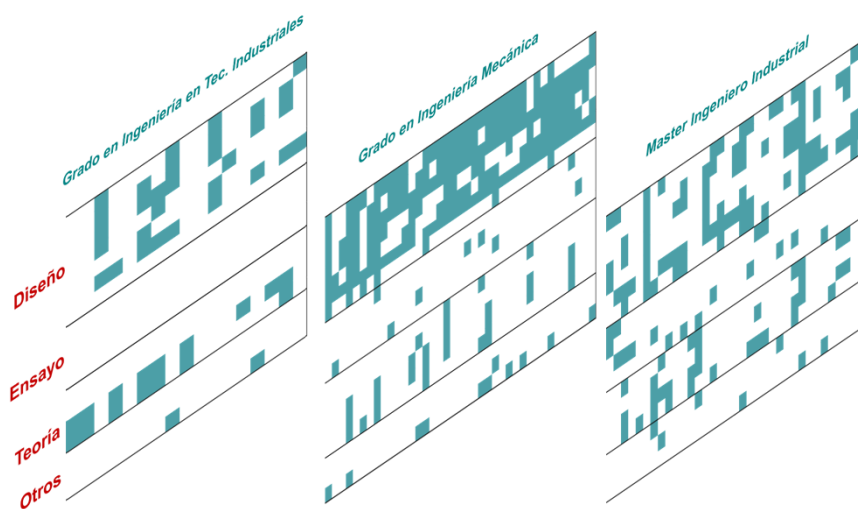
Otros:



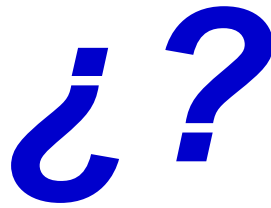
Distribución % de temáticas tratadas en los 35 planes analizados



! 3 de los 35 planes analizados no trataban diseño ni ensayo de máquinas (únicamente teoría de máquinas)



Muchas gracias por vuestra atención.



*Conocimientos y capacidades para el Cálculo, Diseño y
Ensayo de Máquinas en los títulos de Grado
y
Capacidad para el Diseño y Ensayo de Máquinas en los
títulos de Máster*

**Fernando Viadero Rueda, Dr. I.I.
Catedrático de Universidad
Grupo de Ingeniería Mecánica, UC**