



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Motores Alternativos de Combustión Interna
Código	DIM-MII-531
Título	<a href="#">Máster Universitario en Ingeniería Industrial por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Máster Universitario en Ingeniería Industrial y Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster en Industria Conectada / in Smart Industry [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster en Medioambiente y Transición Energética [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	4,5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Diego Capell Osorio
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Correo electrónico	dcapell@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Juan Norverto Moriñigo
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Correo electrónico	jnorvert@icai.comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Bienvenido Martínez Pantoja
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Correo electrónico	bmartinez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Federico Ramírez Santa-Pau
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Mecánica
Correo electrónico	framirez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	



<b>Nombre</b>	José María Menéndez Sánchez
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Mecánica
<b>Correo electrónico</b>	josemaria@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

Esta asignatura se ha diseñado para completar el conocimiento sobre los motores de combustión interna alternativos dentro del perfil de Ingeniero Industrial o de Máster en medio Ambiente y Gestión Inteligente de la Energía. En este sentido, desarrolla conceptos básicos vistos en asignaturas relativas a la Ingeniería Térmica, principalmente Termodinámica e Ingeniería Energética, sin olvidar Transferencia de Calor y Mecánica de Fluidos.

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de predecir las prestaciones de este tipo de motores, su relación con los vehículos y la respuesta en un uso real con condiciones variables de carga. Dado el contexto energético actual, también será capaz de identificar las emisiones de este tipo de vehículos, junto con las medidas tecnológicas para reducirlas. Así mismo, conocerá soluciones híbridas y eléctricas que necesariamente habrán de coexistir con los motores alternativos en el futuro.

La asignatura explorará tanto la teoría como la práctica, de modo que se emplearán modelos numéricos para resolver las ecuaciones básicas de los motores de combustión interna alternativos.

#### Prerrequisitos

No existen prerrequisitos que de manera formal impidan cursar la asignatura. Sin embargo, por estar inmersa en un plan de estudios sí se apoya en conceptos vistos con anterioridad en asignaturas precedentes:

- Termodinámica
  - Balances másicos y energéticos
  - Fundamentos de máquinas volumétricas
- Transferencia de calor
  - Intercambiadores de calor
  - Transferencia de calor por convección
- Mecánica de Fluidos
  - Flujo en conductos (compresible e incompresible)
  - Resistencia aerodinámica

### Competencias - Objetivos

#### Competencias

##### GENERALES

<b>BA02</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.
	Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y



<b>CG01</b>	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.
<b>ESPECÍFICAS</b>	
<b>CMI07</b>	Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes
<b>CMT05</b>	Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial

## Resultados de Aprendizaje

<b>RA01</b>	Familiarizarse con los diferentes tipos de MCIA y sus partes constitutivas
<b>RA02</b>	Saber identificar los ciclos termodinámicos propios de los MCIA, sus parámetros característicos y las prestaciones de los motores
<b>RA03</b>	Demostrar comprensión sobre los sistemas de renovación de la carga, inyección-encendido, combustión, escape, refrigeración y lubricación de los MCIA
<b>RA04</b>	Conocer las emisiones contaminantes de los MCIA y los sistemas de reducción/eliminación de las mismas
<b>RA05</b>	Mostrar habilidad en el uso de las ecuaciones fundamentales de la dinámica longitudinal de los vehículos
<b>RA06</b>	Familiarizarse con las soluciones de hibridación, gas, eléctrico y pila de combustible alternativas a los MCIA

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### COMPONENTES Y SISTEMAS

##### Tema 1. CLASIFICACIÓN DE MCIA

- Criterios de clasificación y características diferenciadoras.
- Diferencias fundamentales entre MEC y MEP.
- Principales campos de aplicación.

##### Tema 2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

- Las 5C: culata, bloque, cigüeñal, árbol de levas y biela.
- Sistemas fundamentales: Lubricación y refrigeración.
- Otros componentes.

##### Tema 7. RENOVACIÓN DE LA CARGA: RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO Y SOBREALIMENTACIÓN

- Parámetros que caracterizan el proceso de renovación de la carga.
- Efecto de las pérdidas de carga. Influencia en el diseño de pipas y válvulas.
- Efecto de la compresibilidad. Influencia en el diseño de válvulas.



- Efecto de inercia del fluido. Diagrama de distribución.
- Efecto de las ondas de presión. Diseño de colectores.
- Efecto del calentamiento.
- Tipos de sobrealimentación. Compresores volumétricos, ondas y turbocompresores.
- Efecto de la sobrealimentación.

## Tema 8. INYECCIÓN, ENCENDIDO Y COMBUSTIÓN EN MEP

- Componentes.
- Fases de la combustión MEP.
- Tipos de inyección: Indirecta y directa.
- Carga homogénea y estratificada.
- Combustión anómala.

## Tema 9. INYECCIÓN Y COMBUSTIÓN EN MEC

- Componentes.
- Fases de la combustión MEC.
- Combustión anómala.

## Tema 10. PROCESO DE ESCAPE

- El sistema de escape. Componentes.
- Emisiones acústicas en MCIA.

## Tema 11. PÉRDIDAS MECÁNICA. REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN

- Balance energético de un motor.
- Origen de las pérdidas mecánicas y modelos de estimación.
- Recuperación de energía en MCIA.

## PRESTACIONES

### Tema 3. ECUACIONES FUNDAMENTALES DE LOS MCIA: MODELO DE PREDICCIÓN DE PRESTACIONES ESTACIONARIAS

- Predicción de par y potencia.
- Parámetros indicados y eficaces.
- Rendimientos.

### Tema 4. CURVAS CARACTERÍSTICAS: REPRESENTACIÓN PARAMÉTRICA DE LAS PRESTACIONES Y OUTPUTS DE LOS MCIA

- Ensayos en banco.
- Curvas a plena carga.
- Curvas en carga parcial. Curva de Willans.

### Tema 5. ECUACIONES FUNDAMENTALES DE LA DINÁMICA LONGITUDINAL DE VEHÍCULOS

- Estudio de las fuerzas ejercidas sobre un vehículo: Aerodinámica, rodadura y rampa.
- Aceleración y velocidad constante.
- Unión vehículo y motor.



- Predicción de prestaciones, consumos y CO<sub>2</sub> en vehículos.

## Tema 6. CICLOS TERMODINÁMICOS DE TRABAJO: DIESEL, OTTO, ATKINSON Y MILLER

- Definición de ciclos. Clasificación.
- Diferencias fenomenológicas entre ciclos teóricos y reales.
- Ciclos teóricos de aire estándar.
- Efecto de los parámetros del ciclo.
- Otros ciclos teóricos.

## EMISIONES Y PROPULSIONES ALTERNATIVAS

### Tema 12. EMISIONES CONTAMINANTES Y EFECTO INVERNADERO. SISTEMAS DE REDUCCIÓN/ELIMINACIÓN

- Emisiones gaseosas MEP.
- Emisiones gaseosas MEC.
- Sistemas activos y pasivos de reducción.
- Normativa actual: WLTP en banco y carretera.

### Tema 13. SOLUCIONES ALTERNATIVAS A LOS MCI: HIBRIDACIÓN, GAS, ELÉCTRICO, PILA DE COMBUSTIBLE.

- Vehículos híbridos y eléctricos.
- Combustibles no convencionales.
- Combustión avanzada Skyactiv X.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Metodología Presencial: Actividades

Clase magistral y presentaciones generales. Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. (27 horas; 100% presencial)	BA02, CG01, CMT05
Resolución en clase de problemas prácticos (4 horas; 100% presencial).	BA02, CG01, CMT05
Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior (32 horas; 25% presencial).	CMI07
Trabajos prácticos y proyectos a desarrollar por los alumnos organizados en pequeños grupos dentro del horario de clase con la guía del profesor y fuera del horario de clase de forma autónoma. Tales trabajos incluirán una memoria que desarrolle el tema, realizada fuera del horario de clase, que será expuesta y defendida en discusiones y debates en la clase. (14 horas; 43% presencial)	BA02, CG01, CMT05

#### Metodología No presencial: Actividades

Estudio y resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno. (12 horas; 100%



no presencial).	BA02, CG01, CMT05
Estudio del material presentado en clase fuera del horario de clase por parte del alumno (46 horas; 100% no presencial).	BA02, CG01, CMT05
Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior (32 horas; 75% no presencial).	CMI07
Trabajos prácticos y proyectos a desarrollar por los alumnos organizados en pequeños grupos dentro del horario de clase con la guía del profesor y fuera del horario de clase de forma autónoma. Tales trabajos incluirán una memoria que desarrolle el tema, realizada fuera del horario de clase, que será expuesta y defendida en discusiones y debates en la clase. (14 horas; 57% no presencial)	BA02, CG01, CMT05

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES			
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos	Prácticas de laboratorio y de diseño	Trabajos prácticos y proyectos a desarrollar por los alumnos organizados en pequeños grupos dentro del horario de clase con la guía del profesor y fuera del horario de clase de forma autónoma
27.00	4.00	8.00	6.00
HORAS NO PRESENCIALES			
Estudio del material presentado en clase fuera del horario de clase por parte del alumno	Prácticas de laboratorio y de diseño	Trabajos prácticos y proyectos a desarrollar por los alumnos organizados en pequeños grupos dentro del horario de clase con la guía del profesor y fuera del horario de clase de forma autónoma	Estudio y resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno
46.00	24.00	8.00	12.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 4,5 (135,00 horas)</b>			

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Exámenes. Pruebas tipo problema o caso práctico.	Se valorará tanto el procedimiento elegido para la resolución del problema, como los resultados numéricos, que, aunque pudieran ser incorrectos, han de ser coherentes y lógicos.	28,5
Exámenes. Pruebas tipo test.	Identificación de la respuesta correcta dentro de una serie limitada de alternativas.	28,5



Informes o cuadernos de laboratorio.	Se valorará tanto la preparación previa de las prácticas como el informe elaborado a partir de los datos tomados en la misma.	19
Trabajos (defensa en debates en clase).	El grupo expondrá en el aula el tema desarrollado en la memoria, valorándose la comprensión y la respuesta ante preguntas, tanto del profesor como del resto de sus compañeros.	5
Trabajos (desarrollo de la memoria).	Deberá ser un informe estructurado, que al menos incluya motivación, estado del arte y cálculos propios.	19

## Calificaciones

### CONVOCATORIA ORDINARIA

La calificación en la convocatoria ordinaria de la asignatura se obtendrá como:

- Un 57% la calificación de los exámenes. La calificación del examen final supondrá un 38% de la calificación final en la asignatura mientras que la calificación del intersemestral supondrá un 19%.
- Un 5% la defensa en forma de debate en clase de los trabajos.
- Un 19% de la memoria de los trabajos.
- Un 19% será la entrega de informes de las prácticas.

En caso de que la media ponderada anterior resulte mayor de 5 la calificación de la asignatura será dicha media; en caso contrario será la nota mínima de dicha media y el examen final.

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La calificación en la convocatoria extraordinaria de la asignatura se obtendrá como:

- Un 30% la media ponderada entre la calificación obtenida en los trabajos (1/5) y la media de los informes de prácticas (4/5).
- Un 70% la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.

En caso de que la media ponderada anterior resulte mayor de 5 la calificación de la asignatura será dicha media; en caso contrario será la nota mínima de dicha media y el examen de la convocatoria extraordinaria.

### NORMAS

- La realización de los trabajos y las prácticas (tanto participación en los informes y memoria como asistencia a las sesiones) es condición necesaria para aprobar la asignatura en ambas convocatorias.
- No se permite el uso de calculadoras programables en los exámenes, así como tampoco de libros o apuntes. Se permite el uso de un formulario elaborado por el alumno con una extensión máxima de 1 página por ambas caras.
- La inasistencia a más del 15% de las horas presenciales de esta asignatura puede tener como consecuencia la imposibilidad de



presentarse a la convocatoria ordinaria de esta asignatura.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Lectura y estudio de los contenidos teóricos (transparencias y texto cuando esté disponible).	Después de cada clase.	
Resolución de los problemas propuestos.	Al finalizar el tema correspondiente.	
Examen Intersemestral y Examen Final.	Semana 8 y periodo de exámenes ordinarios.	
Preparación de Examen intersemestral.	Al menos semanas 7 y 8.	
Preparación de Examen Final.	Al menos semanas 13, 14 y 15.	
Prácticas de laboratorio.	Semanas 11, 12, 13 y 14.	
Elaboración de los informes de laboratorio.		Semanas 12, 13, 14 y 15.
Preparación de los debates.	Semanas 3 a 15	
Participación en los debates.	Semanas 3 a 15.	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

Apuntes y presentaciones disponibles en Moodle.

### Bibliografía Complementaria

F. Payri, J.M. Desantes, Motores de combustión interna alternativos, Ed. Reverté, 2011

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>