

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Grado en Ingeniería Mecánica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

**Ingeniería Térmica
(2023 - 2024)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Ingeniería Térmica	Código: 339402203
<ul style="list-style-type: none">- Centro: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología- Lugar de impartición: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología- Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica- Plan de Estudios: 2020 (Publicado en 2020-11-24)- Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura- Itinerario / Intensificación:- Departamento/s: Ingeniería Industrial- Área/s de conocimiento: Máquinas y Motores Térmicos- Curso: 2- Carácter: Obligatoria- Duración: Segundo cuatrimestre- Créditos ECTS: 6,0- Modalidad de impartición: Presencial- Horario: Enlace al horario- Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es- Idioma: Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)	

2. Requisitos de matrícula y calificación

Recomendación: Se recomienda haber cursado las asignaturas Física I, Física II, Fundamentos Químicos en la Ingeniería, Fundamentos de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Fluidomecánica. Pueden ser de utilidad para el desarrollo de algunos conceptos usados en esta asignatura.

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: VICENTE JOSE ROMERO TERNERO
- Grupo: Teoría y problemas de aula: grupo único
General <ul style="list-style-type: none">- Nombre: VICENTE JOSE- Apellido: ROMERO TERNERO- Departamento: Ingeniería Industrial- Área de conocimiento: Máquinas y Motores Térmicos

Contacto

- Teléfono 1: **922 318102**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **vromero@ull.es**
- Correo alternativo: **vromero@ull.edu.es**
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066

Observaciones: Las tutorías serán acordadas con el profesor mediante cita previa, solicitadas por email. Las tutorías podrán ser en formato presencial o virtual. Para llevar acabo la tutoría virtual, estará habilitada una sala meet en el aula virtual de la asignatura.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3066

Observaciones: Las tutorías serán acordadas con el profesor mediante cita previa, solicitadas por email. Las tutorías podrán ser en formato presencial o virtual. Para llevar acabo la tutoría virtual, estará habilitada una sala meet en el aula virtual de la asignatura.

Profesor/a: OSCAR GARCÍA AFONSO

- Grupo: **Teoría y problemas de aula: grupo único**

<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: OSCAR - Apellido: GARCÍA AFONSO - Departamento: Ingeniería Industrial - Área de conocimiento: Máquinas y Motores Térmicos 						
<p>Contacto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teléfono 1: +34922316502 - Ext 6584 - Teléfono 2: - Correo electrónico: ogarciaa@ull.es - Correo alternativo: ogarciaa@ull.edu.es - Web: http://www.campusvirtual.ull.es 						
<p>Tutorías primer cuatrimestre:</p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	09:00	11:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
Todo el cuatrimestre		Martes	17:15	18:15	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
<p>Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho 89, 2º piso del Módulo B de la ESIT. También es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados si bien para ello debe acordarse previamente la cita a través del correo electrónico.</p>						
<p>Tutorías segundo cuatrimestre:</p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho

Todo el cuatrimestre		Lunes	09:00	11:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
Todo el cuatrimestre		Martes	17:15	18:15	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso

Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho 89, 2º piso del Módulo B de la ESIT. También es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados si bien para ello debe acordarse previamente la cita a través del correo electrónico.

Profesor/a: MARIA TERESA ARENCIBIA PEREZ

- Grupo: **Laboratorio: PE201-202 (2 grupos). Tutorías académico-formativas: TU201-202 (2 grupos)**

General

- Nombre: **MARIA TERESA**
- Apellido: **ARENCIBIA PEREZ**
- Departamento: **Ingeniería Industrial**
- Área de conocimiento: **Máquinas y Motores Térmicos**

Contacto

- Teléfono 1: **922 316502- Ext 6143**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **mtarenci@ull.es**
- Correo alternativo: **mtarenci@ull.edu.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
-------	-------	-----	--------------	------------	--------------	----------

Todo el cuatrimestre		Miércoles	16:00	17:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:30	13:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63
Todo el cuatrimestre		Viernes	17:30	18:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63

Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho 63, 3ª planta del Módulo B de la ESIT. También es posible solicitar tutorías fuera del horario indicado previa cita vía correo electrónico. En caso de que proceda el cambio en el horario de tutorías se comunicará al alumnado con la antelación suficiente.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:30	13:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:00	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 63

Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho 63, 3ª planta del Módulo B de la ESIT. También es posible solicitar tutorías fuera del horario indicado previa cita vía correo electrónico. En caso de que proceda el cambio en el horario de tutorías se comunicará al alumnado con la antelación suficiente.

Profesor/a: EMILIO IVÁN GIMÉNEZ SUÁREZ

- Grupo: **Laboratorio: PE203-204 (2 grupos). Tutorías académico-formativas: TU203-204 (2 grupos)**

<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: EMILIO IVÁN - Apellido: GIMÉNEZ SUÁREZ - Departamento: Ingeniería Industrial - Área de conocimiento: Máquinas y Motores Térmicos 						
<p>Contacto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teléfono 1: 690709501 - Teléfono 2: - Correo electrónico: egimenez@ull.es - Correo alternativo: - Web: https://www.campusvirtual.ull.es/ 						
<p>Tutorías primer cuatrimestre:</p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:00	17:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Todo el cuatrimestre		Lunes	18:30	20:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Todo el cuatrimestre		Viernes	17:00	18:30	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
<p>Observaciones: Avisar para concertar cita de tutorías mediante correo electrónico</p>						
<p>Tutorías segundo cuatrimestre:</p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	15:00	16:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Todo el cuatrimestre		Martes	17:00	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80

Todo el cuatrimestre		Miércoles	17:00	20:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	80
Observaciones: Avisar para concertar cita de tutorías mediante correo electrónico						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Común a la rama Industrial**
 Perfil profesional: **Ingeniería Industrial**

5. Competencias

Específicas

- 7 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
- 18 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

Generales

- T3 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- T4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial Mecánica.
- T7 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
- T9 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Transversales

- O1 - Capacidad de análisis y síntesis.
- O2 - Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- O4 - Capacidad de expresión escrita.
- O6 - Capacidad de resolución de problemas.
- O7 - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.

Básicas

- CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas

dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Profesores de teoría y problemas de aula: Vicente José Romero Ternero, Óscar García Afonso

Contenidos de la asignatura:

Sección I. Fundamentos de Termodinámica y Transferencia de calor (6 h, 2 semanas)

Capítulo 1. Fundamentos de Termodinámica y Transferencia de calor (6 h, 2 semanas)

Conceptos generales. Propiedades. Relaciones entre propiedades. Modelos simples idealizados para sustancias puras. Principios de la Termodinámica. Mecanismos de transferencia de calor: características generales, parámetros y leyes fundamentales. Resistencia térmica.

Sección II. Análisis termodinámico de equipos y sistemas térmicos (33 h, 11 semanas)

Capítulo 2. Análisis energético de equipos y sistemas (12 h, 4 semanas)

Formulación general de un balance de energía. Análisis y caracterización de equipos básicos: cilindro-pistón, turbinas, compresores, bombas, intercambiadores de calor, toberas, difusores, cámaras de combustión, válvula de estrangulación. Balance de energía en transferencia de calor.

Capítulo 3. Entropía y su aplicación al análisis termodinámico (6 h, 3 semanas)

Formulación general de un balance de entropía. Generación de entropía y destrucción de exergía (teorema de Gouy-Stodola). Análisis de equipos básicos. Rendimientos isoentrópicos. Formulación general de un balance de exergía.

Capítulo 4. Fundamentos de sistemas térmicos (12 h, 4 semanas)

Ciclos ideales y parámetros básicos relativos a centrales térmicas de vapor, motores turbina de gas, sistemas de refrigeración y de bomba de calor. Aspectos básicos sobre impactos medioambientales en las instalaciones asociadas a estos ciclos.

Sección III. Transferencia de calor (6 h, 2 semanas)

Capítulo 5. Mecanismos de transferencia de calor: casos básicos de interés (6 h, 2 semanas)

Análisis de la transferencia de calor a través de una pared plana compuesta. Análisis de la transferencia de calor en una tubería con aislamiento térmico. Circuitos térmicos asociados. Uso de correlaciones para la estimación de coeficientes de convección en diferentes casos de interés (diferentes geometrías, convección natural y forzada, conducción interna y externa).

Problemas propuestos para el desarrollo de la asignatura:

Problema 1. Compresión politrópica de un cilindro-pistón

Problema 2. Compresor con camisa de refrigeración

Problema 3. Análisis de un motor de combustión

Problema 4. Análisis termodinámico del ciclo de operación de una central térmica de vapor

Problema 5. Análisis termodinámico de un sistema de refrigeración por compresión de vapor

Problema 6. Motor turboreactor para propulsión aérea

Problema 7. Pérdida de calor a través de una pared compuesta

Tareas del aula virtual:

Tarea 1. Análisis termodinámico de una turbina con extracción intermedia de vapor

Tarea 2. Análisis de la transferencia de calor en régimen estacionario: pared plana y tubería cilíndrica

Profesores de prácticas de laboratorio: María Teresa Arencibia Pérez, Emilio Iván Giménez Suárez.

Prácticas de laboratorio:

Práctica 1. Uso de tablas y diagramas termodinámicos.

Práctica 2. Estudio de las limitaciones del modelo de gas ideal. Uso del diagrama de compresibilidad generalizado.

Práctica 3. Transferencia de calor en una cámara aislada.

Práctica 4. Estudio de un sistema simple de refrigeración por compresión mecánica de vapor.

Práctica 5. Medida de la capacidad térmica de líquidos. Modelo de sustancia incompresible.

Práctica 6. Medida del coeficiente de convección mediante generación de calor estacionaria.

Prácticas con informe:

Práctica 7. Generación de tablas y diagramas con la herramienta WebBook del NIST

Práctica 8. Análisis de ciclos con la herramienta Termograf

Profesores de tutorías académico-formativas: María Teresa Arencibia Pérez, Emilio Iván Giménez Suárez.

Se realizará una presentación de prácticas y dos seminarios (seminario de termodinámica y seminario de transferencia de calor). El principal objetivo de estas actividades será facilitar la comprensión y preparación de los aspectos teóricos necesarios para realizar con aprovechamiento las diferentes prácticas de laboratorio planteadas; también se tratarán los aspectos prácticos o experimentales más significativos. Las fechas en las se desarrollarán estos seminarios se publicará en el calendario de prácticas.

Actividades a desarrollar en otro idioma

- Profesor: Vicente José Romero Ternero

Uso de bibliografía y lectura de documentos en inglés

Realización en inglés de uno de los informes de resolución de las prácticas 7 y 8 (con un peso del 5 % de la evaluación de la asignatura)

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

Para las clases de aula se propone una estrategia de aprendizaje basada principalmente en la resolución de problemas, de manera que los contenidos teóricos se irán trabajando a medida que la resolución de los problemas planteados lo vaya requiriendo. De esta manera el conjunto de problemas resueltos dotará al alumnado de un cuerpo teórico adecuado - en cuanto a conceptos, cálculos y análisis de resultados - que le permitirá abordar problemas del mismo tipo y con ello cubrir los objetivos de la asignatura en toda su amplitud. Para ello, los problemas que se plantean en la asignatura serán de un calado suficiente para construir dicho cuerpo teórico. En esa tarea será imprescindible aunar y coordinar el trabajo de clase del profesor, la participación activa del alumnado en el desarrollo de las clases y el trabajo autónomo de cada estudiante. La metodología podría definirse en los siguientes puntos:

- Propuesta de siete problemas a resolver que cubren los contenidos de la asignatura (3 problemas del bloque Análisis de Equipos, 3 problemas del bloque Análisis de Sistemas y 1 problema del bloque Transferencia de Calor) y cuya resolución se utiliza como herramienta de aprendizaje de la misma. Se pueden ver los problemas propuestos en el apartado 6 (Contenidos de la asignatura).
- Resolución autónoma y colaborativa de los problemas propuestos por parte de cada estudiante dentro de un grupo de trabajo, tomando como base el trabajo presencial realizado en clase - básicamente por el profesor, pero con la participación activa del alumnado.
- Realización de tareas que permiten a cada estudiante o grupo completar los conocimientos trabajados de modo presencial en el aula, incorporar en la resolución de los problemas el uso de programas informáticos o de herramientas web disponibles en internet, así como trabajar competencias generales como la realización de informes.
- Realización de ejercicios disponibles en la bibliografía recomendada y en el aula virtual, así como problemas de examen de cursos anteriores, con el objetivo de complementar y mejorar las destrezas y competencias adquiridas en la resolución de los problemas propuestos.
- Uso del aula virtual como centro de organización de la asignatura (documentos y actividades)

Respecto a prácticas, la metodología utilizada consiste en la presentación de un guión explicativo del trabajo planteado en cada sesión. Se aconsejará al grupo y a cada estudiante la realización de unos apuntes de la resolución de la práctica realizada para su posterior estudio o repaso. La valoración del trabajo de laboratorio tendrá en cuenta aspectos como la puntualidad, la lectura previa del guión de prácticas, el trabajo en grupo, el aprovechamiento del tiempo de laboratorio y la validez de los resultados finales alcanzados. La evaluación de la asimilación de los contenidos trabajados se llevará a cabo mediante una prueba escrita de una hora de duración. Las prácticas de laboratorio incluyen medidas experimentales, uso de tablas y diagramas, herramientas web o disponibles en internet y profundización de análisis teóricos. Estos análisis teóricos requieren el apoyo de un ordenador y su naturaleza hace que sea más apropiado trabajarlos en pequeños grupos. Por cuestiones de sencillez en la organización, el grupo de prácticas será la unidad elemental de trabajo colaborativo para toda la asignatura.

Asimismo, se utilizarán las tutorías académico-formativas para facilitar la comprensión y el seguimiento de la asignatura. Se proponen dos tutorías relacionadas con las prácticas de laboratorio (seminarios).

Finalmente, la asignatura se apoya en el uso del aula virtual que le asigna oficialmente la ULL. En ella se centraliza toda la información correspondiente a organización y a contenidos de la asignatura.

En el aula virtual se habilitará una sala polivalente de Google Meet para la realización de tutorías o de cualquier otra

actividad que requiera ser realizada en remoto. Las posibles tutorías virtuales se programarán dentro del horario oficial establecido para la asignatura y previa cita solicitada por el/la estudiante.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas o de problemas a grupo completo	30,00	0,00	30,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [T9], [T7], [T4], [T3], [18], [7]
Clases prácticas en aula a grupo mediano o grupo completo	11,00	0,00	11,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [T3], [7]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	30,00	30,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T9], [T4], [T3], [7]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	30,00	30,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O2], [O1], [T9], [T7], [T4], [T3], [7]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	15,00	15,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [O1], [T4], [T3], [7]
Preparación de exámenes	0,00	15,00	15,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [O1], [T4], [T3], [7]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T7], [T4], [T3], [7]
Asistencia a tutorías, presenciales y/o virtuales, a grupo reducido	3,00	0,00	3,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [T4], [T3], [7]
Prácticas de laboratorio o en sala de ordenadores a grupo reducido	12,00	0,00	12,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [T3], [7]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

- Cengel, Yunus A. Transferencia de calor y masa
. Un enfoque práctico. McGraw-Hill. ISBN: 970-10-6173-X.
- Morán, Michael J.; Shapiro, Howard N.. Fundamentos de termodinámica técnica
. Reverté. ISBN: 84-291-4313-0. <http://absysnetweb.bbt.ull.es/cgi-bin/abnetopac?ACC=DOSEARCH&xsqf99=289251.titn>.

Bibliografía Complementaria

- Incropera, Frank P.; DeWitt, David P. Fundamentos de transferencia de calor
. McGraw-Hill. ISBN: 970-17-0170-4.
- Moran, Michael J.; DeWitt, David P.; Shapiro, Howard N.; Munson, Bruce R. Introduction to thermal systems engineering:
thermodynamics, fluid mechanics, and heat transfer
. Wiley. ISBN: 0-471-20490-0.
- Wark, Kenneth; Richards, Donald E. Termodinámica
. McGraw-Hill. ISBN: 84-481-2829-X.

Otros Recursos

- Herramienta WebBook para la representación de propiedades termofísicas de fluidos, creado por el NIST (National Institute of Standards and Technology)
- Simulador termodinámico Termograf, creado por el Grupo de Didáctica de la Termodinámica de la Universidad de Zaragoza
- Física con ordenador, curso interactivo de Física en Internet. Ángel Franco García. Universidad del País Vasco.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la actual Memoria Modificadora por la que se rige la titulación.

La evaluación de la asignatura se rige por dos modalidades: evaluación continua (EC) y evaluación única (EU). El alumnado estará por defecto en la modalidad de evaluación continua cuando se matricule en la asignatura y tendrá un plazo oficial para renunciar y acogerse a la evaluación única en caso de que así lo estime oportuno. Para desarrollar y superar la asignatura mediante evaluación continua se requerirá una asistencia mínima a las clases de aula.

EC. Criterios de evaluación para la evaluación continua

La evaluación continua de la asignatura se divide en dos bloques principales: EC1) Resolución de problemas (65%) y EC2) Prácticas de laboratorio (35%).

EC1. Resolución de problemas (65%)

La resolución de problemas tendrá un peso del 65% de la evaluación de la asignatura y se evaluará mediante la realización de dos exámenes parciales (exámenes de evaluación continua o EXEC) y un cuestionario:

- EXEC 1: Bloque "Análisis termodinámico de equipos". Sistemas cerrados y abiertos. Casos de Estudio: 1, 2 y 3. Tarea 1: "Análisis termodinámico de una turbina con extracción intermedia de vapor". Porcentaje: 30%.
- EXEC 2: Bloques "Análisis de sistemas básicos basados en ciclos termodinámicos" y "Mecanismos de transmisión de calor". Casos de estudio: 4, 5, 6 y 7. Porcentaje: 30%.
- Cuestionario de la tarea 2: "Análisis de la transferencia de calor en régimen estacionario: pared plana y tubería cilíndrica". Porcentaje: 5%.

Criterios de valoración. La valoración de las pruebas de evaluación EXEC 1 y EXEC 2 tendrá en cuenta principalmente tres aspectos: 1) la correcta realización de los cálculos (con una valoración en torno al 50%); 2) la correcta explicación de los cálculos, de modo que el o la estudiante demuestre que comprende estos cálculos y domina los aspectos teóricos y conceptuales de la asignatura (con una valoración en torno al 30%); y 3) el correcto análisis de los resultados, verificando que son coherentes con el contexto del problema resuelto y con los valores típicos o estándar de los parámetros representativos (con una valoración en torno al 20%). Estos porcentajes son orientativos y pueden estar sujetos a modificación según las circunstancias específicas de cada pregunta, problema o examen realizado. En general, para aprobar la asignatura no será suficiente una resolución que incluya exclusivamente cálculos.

Pruebas de evaluación continua. El primer examen de evaluación continua (EXEC 1) se realizará en la segunda mitad del cuatrimestre, en torno a la semana 10. El segundo examen de evaluación continua (EXEC 2) se realizará en la fecha correspondiente a la primera convocatoria, según marque el calendario oficial aprobado en el centro. Estos exámenes serán pruebas de evaluación escritas basadas preferentemente en la resolución de problemas de desarrollo y será necesaria una calificación mínima de 5,0 en cada uno de ellos para su superación. El cuestionario de la tarea 2 se realizará al final del cuatrimestre y también debe ser superado con una calificación de 5,0.

Tendrá calificación de "Suspense" en la primera convocatoria y pasará a ser evaluado en la modalidad de evaluación única en la segunda convocatoria:

- El alumnado que se presente a la primera prueba de evaluación continua y no la supere. Calificación = $0,3 \times \text{Nota EXEC 1}$.
- El alumnado que, habiendo superado la primera prueba de evaluación continua, se presente a la segunda prueba de evaluación continua y no la supere. Calificación = $0,3 \times (\text{Nota EXEC 1} + \text{Nota EXEC 2})$.

Tendrá calificación de "No presentado" en cualquier otra circunstancia que no suponga la superación de la asignatura. Las calificaciones de EXEC 1 y EXEC 2 solo se aplicarán a evaluación continua y en ningún caso se conservarán para la evaluación única.

Para garantizar que el alumnado adquiere unos conocimientos teóricos y conceptuales mínimos, se podrán establecer calificaciones mínimas en determinadas preguntas de las pruebas de evaluación continua (test, definiciones, cuestiones o problemas cortos de carácter básicamente conceptual). No superar esta calificación mínima causará que el examen esté suspenso.

Requisito de asistencia. Para poder presentarse a cada examen de evaluación continua el alumnado deberá haber asistido al menos al 85% de las horas de clase de aula programadas hasta el momento de la realización del examen. Este será un requisito imprescindible para superar la asignatura mediante evaluación continua.

Plazo para la renuncia a evaluación continua. El alumnado podrá renunciar a la evaluación continua y acogerse a la evaluación única en la primera convocatoria antes de haberse presentado a las actividades cuya ponderación compute el 40% de la evaluación continua.

EC2. Prácticas de laboratorio (35%)

La evaluación de las prácticas de laboratorio incluye tres partes: EC2.1) la valoración de la preparación de las prácticas y la valoración del trabajo en el laboratorio (10%); EC2.2) una prueba escrita (15%); y EC2.3) la realización de dos informes de prácticas (P7 y P8) relativas al uso de herramientas disponibles en internet (NIST y Termograf) (10%, 5% cada uno).

EC2.1. Preparación y trabajo de laboratorio (10%). Se valorará la asistencia a las actividades de preparación de las prácticas (presentación y seminarios), que será obligatoria; la no asistencia a estas actividades puede impedir el acceso de un o una estudiante al laboratorio para el desarrollo de las prácticas. Se valorará el trabajo presencial realizado por cada estudiante en el laboratorio para cada una de las seis prácticas (trabajo individual y de grupo); esta valoración se realizará en general al final de cada sesión de laboratorio, de modo que se emitirá una calificación global del trabajo de laboratorio al final del cuatrimestre. Para las prácticas P1 y P2, además de la realización del trabajo de laboratorio, también se evaluarán mediante la realización de un cuestionario (50% de la calificación). Cada estudiante deberá incorporarse a un grupo de trabajo al principio de la asignatura y cumplir con el calendario de prácticas establecido (publicado en el aula virtual al principio del cuatrimestre). Al final del periodo regular de prácticas se organizará una sesión de recuperación para cubrir las sesiones que no se realizaron por faltas de asistencia justificadas; en esta sesión de recuperación será posible recuperar como máximo dos prácticas.

EC2.2. Prueba escrita de prácticas (15%). La prueba escrita será individual, tendrá una hora de duración y evaluará las seis prácticas de laboratorio (P1-P6). En esta prueba, se puede valorar lo siguiente de cada práctica: objetivo, fundamento teórico, cálculos, procedimiento experimental y equipamiento. La fecha de realización de la prueba escrita quedará fijada dentro del cuatrimestre y se publicará en el aula virtual (en caso necesario, se utilizará también para la recuperación única de los cuestionarios P1 y P2). La prueba se considerará aprobada con una calificación de 5,0. Esta prueba de evaluación sólo podrá ser recuperada una vez, pudiéndose usar cualquiera de las dos convocatorias.

EC2.3. Prácticas con informe (10%). Las prácticas P7 y P8 se evalúan mediante la realización de informes. Cada informe asume un porcentaje del 5% de la evaluación de la asignatura. Uno de los informes debe ser redactado en inglés. La valoración de estos informes tendrá en cuenta dos aspectos principales: 1) la correcta realización de todas las tareas solicitadas; y 2) la calidad del documento, de modo que se tendrá especial cuidado en valorar las explicaciones y el formato. En general, para aprobar los informes no será suficiente un documento consistente en una sucesión de capturas de pantalla (sin explicaciones) o que no tenga un formato adecuado.

Apto en prácticas. Para superar la asignatura cada estudiante debe conseguir, como requisito mínimo, tener el APTO en prácticas (no se puede aprobar la asignatura sin este apto en el bloque EC2). Para conseguir este requisito mínimo será necesario: 1) la asistencia a las 3 actividades de preparación de las prácticas (presentación, seminario de termodinámica y seminario de transferencia de calor); 2) la realización con aprovechamiento de las 6 prácticas (calificadas al menos con un 5,0); 3) haber obtenido al menos una calificación de 5,0 en cada uno de los cuestionarios de las prácticas P1 y P2; y 4) haber obtenido una calificación mínima de 5,0 en cada uno de los informes de las prácticas P7 y P8.

Extensión de la calificación de prácticas (en caso de no superar la asignatura). A solicitud del estudiante, las calificaciones del bloque "EC2. Prácticas de laboratorio" se podrán mantener en el siguiente curso académico (la primera vez que se repite la asignatura). La segunda vez que se repite la asignatura será necesario volver a cursar de nuevo la asignatura completa. En el curso académico 2023-2024 podrán mantener la calificación de prácticas los repetidores de los cursos 2022-2023 y 2021-2022. Los repetidores de cursos anteriores tendrán que volver a cursar de nuevo la asignatura completa. En caso de que el alumnado repitidor mantenga la calificación de prácticas de un curso anterior tendrá que acogerse a la modalidad de evaluación única.

EU. Criterios de evaluación para la evaluación única

Se acogerá a evaluación única el alumnado que no haya superado la asignatura en la primera convocatoria o los que hayan renunciado a la evaluación continua a lo largo del cuatrimestre bajo el cumplimiento de los requisitos que marcan la presente guía docente y la normativa vigente.

La evaluación única consta de dos partes: EU1) Examen de convocatoria (65%) y EU2) Prácticas de laboratorio (35%).

EU1. Examen de convocatoria (65%)

En este examen se evalúan todos los contenidos de la asignatura, preferentemente mediante resolución de problemas de desarrollo. Los problemas de desarrollo planteados también pueden incluir cuestiones sobre conceptos relacionados con su resolución. Para aprobar la asignatura el examen de convocatoria deberá ser superado con una calificación mínima de 5,0.

El examen de convocatoria presentará el siguiente formato:

- Parte I (50 %, dos horas): Evalúa el bloque "Análisis termodinámico de equipos" y la tarea 1. Debe obtenerse una calificación mínima de 4,0 para que se proceda a la corrección de la parte II. Calificación en acta en caso de no superar la calificación mínima: $0,50 \times \text{nota}$; ejemplo para una calificación de 3,0: $0,65 \times 0,50 \times 3,0 = 1,0$ (la calificación en acta sería: suspenso 1,0).
- Parte II (50 %, dos horas): Evalúa los bloques "Análisis de sistemas básicos basados en ciclos termodinámicos" y "Mecanismos de transferencia de calor", así como la tarea 2. Se procede a su corrección con una calificación igual o superior a 4,0 en la parte I. Para hacer media con la parte I será necesaria una calificación mínima de 4,0. Calificación en acta en caso de no superar la calificación mínima de la parte II: $0,65 \times (0,5 \times \text{nota parte I} + 0,5 \times \text{nota parte II})$, con una calificación máxima de 4,5; ejemplo para una calificación de 7,0 en la parte I y 3,0 en la parte II: $0,65 \times (0,5 \times 7,0 + 0,5 \times 3,0) = 3,3$ (la calificación en acta sería: suspenso 3,3).

Para garantizar que el alumnado adquiere unos conocimientos teóricos y conceptuales mínimos, se podrán establecer calificaciones mínimas en determinadas preguntas (test, definiciones, cuestiones o problemas cortos de carácter básicamente conceptual). No superar esta calificación mínima causará que el examen esté suspenso.

Para este examen de evaluación única, se aplicarán los mismos criterios expuestos en la evaluación continua en lo referente a cálculos, explicaciones y análisis de resultados, de forma que se deberá demostrar, no solo que se sabe realizar los cálculos, sino también que se comprenden y se saben ubicar los resultados en el contexto del problema resuelto.

EU2. Prácticas de laboratorio (35%)

Siendo su realización de carácter obligatorio durante el cuatrimestre, las prácticas de laboratorio forman parte tanto de la evaluación continua como de la evaluación única. Se remite, por tanto, a lo comentado en el apartado EC2. El alumnado que no haya asistido a las sesiones prácticas de laboratorio o que no haya conseguido el apto durante el cuatrimestre, tendrá que realizar un examen en el laboratorio.

Recuperación de la prueba escrita de prácticas en la segunda convocatoria. Se podrá realizar la recuperación de la prueba escrita de prácticas en la segunda convocatoria, siempre que no se haya usado la primera convocatoria para este propósito. Se podrá usar una de las dos fechas disponibles. No se podrá realizar a la vez la recuperación de la prueba escrita de prácticas y el examen de convocatoria.

Nota para repetidores del curso 2021-2022. En el caso de estos repetidores, cuando mantengan la calificación de prácticas del curso 2021-2022, la calificación de la asignatura por evaluación única se obtendrá de la siguiente manera: 75% EU1 y 25% EU2.

Consideraciones finales

El alumnado evaluado por tribunal o en la convocatoria de marzo se acogerá a la evaluación única.

El alumnado que se encuentre en la quinta o posteriores convocatorias y desee ser evaluado por un Tribunal, deberá presentar una solicitud a través del procedimiento habilitado en la sede electrónica, dirigida al Director/a de la ESIT. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación mínima de diez días hábiles al comienzo del periodo de exámenes.

Dentro del conjunto de competencias asociadas a la asignatura, se encuentran la capacidad de razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos [T4], la capacidad de análisis y síntesis [O1], la capacidad de expresión escrita [O4] y la capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico [O7]. Estas capacidades serán evaluadas en cada una de las actividades de evaluación. En el caso concreto de los exámenes de evaluación continua (EXEC) o del examen de evaluación única (EU1), se valorará significativamente la explicación de los conceptos y fundamentos relacionados con su resolución, así como la capacidad de análisis de los resultados obtenidos. Una resolución consistente sólo en una sucesión de ecuaciones y cálculos sin comentario alguno podrá ser penalizada hasta en un 50 % de la calificación, según el grado de importancia de las explicaciones omitidas. Errores conceptuales importantes, violaciones de principios o leyes fundamentales, o aceptación de resultados absurdos, anularán la normal evaluación de la resolución de un ejercicio y/o del examen completo.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T3], [7]	Prueba escrita de prácticas (15 %): Dominio de los contenidos trabajados en prácticas de laboratorio y de las competencias generales asociadas. Cuestionario tarea 2 (aula virtual) (5 %): Dominio conceptual, de cálculo y de resultados de la tarea.	20,00 %
Pruebas de desarrollo	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T7], [T4], [T3], [18], [7]	Exámenes de evaluación continua o, en su defecto, examen de evaluación única (60%): Dominio de todos los contenidos y competencias generales de la asignatura.	60,00 %
Trabajos y proyectos	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O4], [O2], [O1], [T9], [T4], [T3], [7]	Informes prácticas 7 y 8. Dominio de contenidos propios de las prácticas con informe y de competencias generales asociadas a la realización de informes; valoración de idioma inglés.	10,00 %
Técnicas de observación	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [O7], [O6], [O2], [O1], [T4], [T3], [7]	Trabajo de laboratorio (10 %): Adecuada preparación y desarrollo del trabajo planteado en las sesiones de prácticas de laboratorio; realización de los cuestionarios de las prácticas 1 y 2.	10,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Para superar la asignatura en lo relativo a contenidos de la misma, el alumnado deberá demostrar:

- Conocimiento de los conceptos, principios y leyes fundamentales de la Termodinámica y de la Transferencia de Calor
- Conocimiento y dominio conceptual relativo a las propiedades termodinámicas y termofísicas que intervienen en el análisis de sistemas térmicos y en el análisis de los mecanismos de transmisión de calor
- Conocimiento de las leyes básicas de conservación y su aplicación a balances de masa y energía para el análisis de equipos y sistemas térmicos, así como la capacidad para plantear las hipótesis adecuadas y realizar los cálculos asociados
- Conocimiento de las leyes de no conservación derivadas de la aplicación del Segundo Principio de la Termodinámica y sus consecuencias teóricas y prácticas, tanto en términos generales como en términos específicos para equipos y sistemas habitualmente usados en Ingeniería
- Conocimiento de los fundamentos de los sistemas térmicos basados en ciclos termodinámicos y capacidad para realizar los cálculos relativos a su análisis, así como valorar la influencia de la operación de los mismos en los impactos ambientales que generan
- Conocimiento de las características propias de cada mecanismo de transmisión de calor, su aplicación a casos prácticos de interés y capacidad para desarrollar los cálculos asociados
- Conocimiento sobre la aplicación de programas informáticos o herramientas online a la resolución de problemas relacionados con los contenidos de Ingeniería Térmica

En cuanto a competencias transversales, cada estudiante que supera la asignatura deberá haber demostrado cierto grado de

dominio en las siguientes destrezas:

- Capacidad para estructurar la resolución de un problema de modo sistemático
- Capacidad para combinar la autonomía individual con el trabajo colaborativo de grupo
- Capacidad para una adecuada organización y planificación del trabajo
- Capacidad para el aprendizaje autónomo, ser capaz de aprender lo necesario para resolver un problema
- Capacidad para elaborar un informe escrito con rigor formal
- Capacidad para formular y aplicar hipótesis simplificadoras a la resolución de un problema
- Capacidad para el análisis crítico de resultados, ser capaz de detectar errores de cálculo o de modificar hipótesis de trabajo

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La primera semana de la asignatura se dedica básicamente a la presentación de la asignatura (programa, metodología, prácticas de laboratorio) y a la iniciación de los trabajos sobre el Problema 1. Se indica la lectura de diversos documentos explicativos sobre las prácticas de laboratorio (guía, calendario, guiones) disponibles en el aula virtual. Asimismo, durante las dos primeras semanas se procederá a la coordinación de los grupos de prácticas con las asignaturas "Automatización y Control Industrial" y "Elasticidad y Resistencia de Materiales" y a la formación de los grupos de prácticas.

El trabajo dedicado al bloque "Análisis termodinámico de equipos" continuará durante las ocho primeras semanas. Estará constituido por la resolución de tres problemas (Problemas 1, 2 y 3) y una tarea (tarea 1). Cada estudiante o grupo realizará la búsqueda y el estudio de los contenidos necesarios para la resolución de dichas actividades - tomando como base la línea expositiva del profesor en clase. Realizará asimismo la resolución de problemas relacionados.

Los contenidos del bloque "Análisis de sistemas básicos basados en ciclos termodinámicos" se desarrollarán en las semanas 8, 9, 10, 11 y 12. Se resolverán tres problemas (Problemas 4, 5 y 6). Cada estudiante o grupo seguirá la misma estrategia realizada en el bloque anterior.

El tercer bloque de contenidos correspondiente a "Transferencia de calor" se desarrollará en las semanas 13, 14 y 15. Se resolverá un problema (Problema 7) con la misma metodología que en los bloques anteriores y se resolverán dos casos representativos de estimación de coeficientes de convección. Durante este periodo cada estudiante o grupo también resolverá la tarea 3 disponible en el aula virtual desde la semana 13, cuya evaluación se realizará en la semana 15 mediante un cuestionario en el aula virtual.

En relación a prácticas, las actividades de preparación se realizarán en las semanas 2 y 3 y las sesiones de laboratorio se extenderán desde la semana 4 hasta la semana 9. En la semana 10 se realizará la sesión de recuperación y la prueba escrita de prácticas. La práctica 7 se iniciará en la semana 4 y el informe se entregará en la semana 8. La práctica 8 se iniciará en la semana 8 y el informe se entregará en la semana 12.

Periodos de realización de las tareas: Tarea 1 de la semana 4 a la semana 9 (evaluado en EXEC 1); Tarea 2 de la semana 13 a la semana 15 (evaluado por cuestionario y EXEC 2).

Realización de los exámenes de evaluación continua: EXEC 1 en la semana 11; EXEC 2 en la fecha del examen de convocatoria.

Las semanas 16 a 18 quedarán para evaluación y trabajo autónomo del alumnado.

IMPORTANTE: La distribución de actividades por semana es orientativa, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Temas 1, 2 y 3	Presentación asignatura Inicio bloque "Análisis termodinámico de equipos" Problema 1 Coordinación de grupos de prácticas (con las asignaturas de "Automatización y Control Industrial" y "Elasticidad y Resistencia de Materiales") Formación de grupos de prácticas	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	Temas 1, 2 y 3	Problema 1 Presentación prácticas de laboratorio	4.00	4.00	8.00
Semana 3:	Temas 1, 2 y 3	Problema 1 Seminario de termodinámica Seminario de transferencia de calor	6.00	6.00	12.00
Semana 4:	Temas 1, 2 y 3	Problema 1 Problema 2 Inicio de la tarea 1 Inicio sesiones de prácticas de laboratorio Inicio de la práctica 7	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	Temas 1, 2 y 3	Problema 2 Prácticas de laboratorio	4.00	4.00	8.00
Semana 6:	Temas 1, 2 y 3	Problema 2 Problema 3 Prácticas de laboratorio	4.00	4.00	8.00
Semana 7:	Temas 1, 2 y 3	Problema 3 Prácticas de laboratorio	4.00	4.00	8.00

Semana 8:	Temas 1, 2 y 3 Tema 4	Problema 3 Inicio bloque "Análisis de sistemas básicos basados en ciclos termodinámicos" - cierre bloque "Análisis termodinámico de equipos" Problema 5 Prácticas de laboratorio Entrega informe práctica 7 Inicio de la práctica 8	4.00	5.00	9.00
Semana 9:	Tema 4	Problema 5 Prácticas de laboratorio (final sesiones de prácticas) Cierre de la tarea 1	4.00	5.00	9.00
Semana 10:	Tema 4	Problema 4 Sesión de recuperación de prácticas Prueba escrita de prácticas	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	Tema 4	Problema 4 Problema 6 Examen de evaluación continua 1 (EXEC 1)	6.00	8.00	14.00
Semana 12:	Tema 4 Tema 5	Problema 6 Entrega informe práctica 8	3.00	5.00	8.00
Semana 13:	Tema 4 Tema 5	Problema 7 Inicio bloque "Transferencia de Calor" - cierre bloque "Análisis de sistemas básicos basados en ciclos termodinámicos" Inicio de la tarea 3	3.00	5.00	8.00
Semana 14:	Tema 5	Problema 7 Casos representativos de correlaciones para la estimación de coeficientes de convección	3.00	4.00	7.00
Semana 15:	Semanas 15 a 16	Problema 7 Casos representativos de correlaciones para la estimación de coeficientes de convección Cuestionario tarea 3	3.00	6.00	9.00
Semana 16 a 18:	Evaluación	Evaluación y trabajo autónomo del alumnado	0.00	15.00	15.00
Total			60.00	90.00	150.00