



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros Navales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**85004613 - Ingeniería Térmica II**

### PLAN DE ESTUDIOS

08MA - Grado En Ingeniería Marítima

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	16

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	85004613 - Ingeniería Térmica II
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	08MA - Grado en Ingeniería Marítima
<b>Centro responsable de la titulación</b>	08 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Navales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Teresa De Jesus Leo Mena (Coordinador/a)	Despacho	teresa.leo.mena@upm.es	Sin horario. Las publicadas en la web de la ETSIN
Jose Luis Moran Gonzalez	Despacho	joseluis.moran@upm.es	Sin horario. Las publicadas en la web de la ETSIN

Rafael D'amore Domenech	Despacho	r.damore@upm.es	Sin horario. Las publicadas en la web de la ETSIN
Vladimir Luis Meca Lopez	Despacho	vl.meca@upm.es	Sin horario. Las publicadas en la web de la ETSIN

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Ingeniería Térmica I
- Cálculo II
- Física I
- Cálculo I
- Física II
- Álgebra Lineal Y Geometría
- Termodinámica

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Aplicar los principios de la Termodinámica a sistemas cerrados.
- Física General (Mecánica).
- Aplicar correctamente los métodos de integración elementales.
- Transferencia de calor por conducción.
- Aplicar los principios de la Termodinámica a sistemas abiertos.
- Aplicar los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales.

- Química General
- Cálculo matemático con funciones de varias variables.
- Transferencia de calor por convección.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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

CE14 - Conocimiento de la termodinámica aplicada y de la transmisión del calor

CE19 - Conocimiento de los motores diesel marinos, turbinas de gas y plantas de vapor

CG4 - Capacidad necesaria para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en los procesos del proyecto y la construcción de buques.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA92 - Comprender los sistemas multicomponentes en el caso de las mezclas reactivas.

RA93 - Comprender la transferencia de calor por convección en cambio de fase.

RA91 - Calcular la energía térmica obtenida tras un proceso de combustión.

RA95 - Conocer el funcionamiento, diseño y manejo de los criterios de cálculo de los intercambiadores de calor, calderas y condensadores de los diferentes sistemas del buque o artefacto.

RA90 - Calcular la composición termodinámica de equilibrio tras el proceso de combustión.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura Ingeniería Térmica II se imparte en el primer semestre del cuarto curso y es obligatoria en el Grado de Ingeniería Marítima.

Es una asignatura que forma parte del conjunto de materias que proporcionan las competencias de tecnología específica requeridas para poder reclamar el actual título de Ingeniero Técnico Naval en la especialidad de Propulsión y servicios del buque. Por ello, para cursar la asignatura se recomienda haber superado la asignatura de Ingeniería Térmica I que a su vez requiere haber superado Termodinámica. Se le asignan 4,5 créditos ECTS. De manera general, le corresponden 3 horas de docencia presencial por semana.

La asignatura consta de dos partes: Termodinámica y Transferencia de Calor. En la parte correspondiente a Termodinámica se estudian las mezclas reactivas con especial aplicación a las reacciones de combustión que ocurren en las plantas de potencia y teniendo en cuenta los equilibrios de disociación que pueden darse entre los productos de la reacción dependiendo de la temperatura y la presión. Desde el punto de vista de la Transferencia de Calor, se considera importante conocer y comprender los fenómenos que tienen lugar en cambio de fase para su aplicación a calderas y condensadores instalados en buques.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. 1. Introducción a la Termodinámica de las Mezclas Reactivas.
2. Equilibrio Termodinámico de las reacciones químicas.
3. Procesos de combustión.
4. Determinación de la composición en el equilibrio de una mezcla de gases producto de la combustión.
5. Transferencia de calor por convección en cambio de fase.
6. Calderas.
  - 6.1. Tipos de calderas.
  - 6.2. Componentes de calderas y normativas para su diseño y construcción.
  - 6.3. Diseño térmico de calderas.
  - 6.4. Diseño térmico de economizadores.
  - 6.5. Diseño mecánico de calderas.
7. Condensadores.

7.1. Características generales y tipos.

7.2. Componentes.

7.3. Diseño y cálculo.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Cuestionario eliminadorio guión Práctica de Laboratorio 1</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
5	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica de Laboratorio 1</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Valoración Memoria Práctica de Laboratorio 1</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
6	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Cuestionario eliminadorio guión Práctica de Laboratorio 2</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>



7	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica de Laboratorio 2</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Valoración Memoria Práctica de Laboratorio 2</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
8	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Prueba Teoría 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Prueba Problema 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
11	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica de Laboratorio 3</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Cuestionario eliminatorio guión Práctica de Laboratorio 3</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
12	<p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Valoración Memoria Práctica de Laboratorio 3</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
13	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Prueba Teoría 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Prueba Problema 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>

15				<b>Prueba Problema 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00  <b>Prueba Teoría 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 04:00  <b>Prácticas de Laboratorio realizadas en periodo de docencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Cuestionario eliminadorio guión Práctica de Laboratorio 1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	.75%	5 / 10	CE14
5	Valoración Memoria Práctica de Laboratorio 1	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	.75%	4 / 10	CE14
6	Cuestionario eliminadorio guión Práctica de Laboratorio 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	.75%	5 / 10	CE14
7	Valoración Memoria Práctica de Laboratorio 2	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	.75%	4 / 10	CE14
10	Prueba Teoría 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	5%	4 / 10	CB5 CG4 CE14
10	Prueba Problema 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	4 / 10	CE14 CB5 CG4
11	Cuestionario eliminadorio guión Práctica de Laboratorio 3	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
12	Valoración Memoria Práctica de Laboratorio 3	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	1%	4 / 10	
14	Prueba Teoría 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	5%	4 / 10	CB5 CG4 CE14

14	Prueba Problema 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	4 / 10	CB5 CG4 CE14
15	Prueba Teoría 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	10%	4 / 10	CB5 CG4 CE14 CE19
15	Prueba Problema 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	4 / 10	CG4 CE14 CE19 CB5

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	04:00	95%	4.75 / 10	CB5 CG4 CE14 CE19
17	Prácticas de Laboratorio realizadas en periodo de docencia	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	5%	5 / 10	CE14

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	95%	4.75 / 10	CG4 CE14 CE19 CB5
Prácticas de laboratorio realizadas en periodo de docencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	5%	5 / 10	CB5 CG4 CE14 CE19

## 7.2. Criterios de evaluación

El alumno podrá participar en la evaluación progresiva y/o en la prueba global.

Los alumnos que sigan evaluación progresiva realizarán varias pruebas de evaluación presencial a lo largo del semestre. Además deberán realizar todas las prácticas de Laboratorio propuestas, entregar las memorias y responder cuestionarios eliminatorios (presenciales o en la plataforma de tele-enseñanza). La prueba global de evaluación consistirá en realizar un examen en aula de todos los contenidos de la asignatura, y el alumno deberá realizar y aprobar todas las prácticas de laboratorio propuestas durante el periodo lectivo de la asignatura para obtener el aprobado.

En caso de no aprobar las prácticas o de no poder hacer media la nota máxima que podrá aparecer en actas será 4,0.

### 1) Evaluación progresiva:

-Prueba 1: Teoría (5%) + Problema 1 (30%)

-Prueba 2: Teoría (5%) + Problema 2 (15%)

-Prueba 3: Teoría (10%) + Problema 3 (30%)

-Prácticas de Laboratorio realizadas en periodo docente (5%)

Para aprobar por Evaluación progresiva el alumno deberá presentarse a todas las pruebas arriba detalladas y obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. Cuando alguna prueba conste de varias partes, se deberá obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. También, la nota mínima requerida para superar las prácticas de Laboratorio y hacer media será de 5,0 puntos sobre 10. Una nota inferior a 5,0 en las prácticas de laboratorio eliminará la posibilidad de aprobar la asignatura.

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5,0 puntos.

Si durante la evaluación progresiva se obtuviese una nota igual o superior a 5,0 sobre 10,0 en cualesquiera de las pruebas, pero la nota media resultase inferior a 5,0 sobre 10,0 y no fuese posible aprobar la asignatura mediante Evaluación progresiva, en la Prueba de evaluación global de la convocatoria ordinaria se podrá conservar dicha

nota en el/los temas correspondientes, pudiendo únicamente examinarse de aquellas pruebas en las que la calificación hubiese resultado inferior a 5,0.

## 2) Prueba global de evaluación:

- Prueba 1: Teoría (5%) + Problema 1 (30%)
- Prueba 2: Teoría (5%) + Problema 2 (15%)
- Prueba 3: Teoría (10%) + Problema 3 (30%)
- Prácticas de Laboratorio realizadas en periodo docente (5%)

Para hacer media es necesario obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. Cuando alguna prueba conste de varias partes, se deberá obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. También, la nota mínima requerida para superar las prácticas de Laboratorio y hacer media será de 5,0 puntos sobre 10. Una nota inferior a 5,0 en las prácticas de laboratorio eliminará la posibilidad de aprobar la asignatura.

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5,0 puntos.

## 3) Convocatoria ordinaria:

Se realizará una Prueba global de evaluación según se ha descrito más arriba.

Para aprobar por Evaluación progresiva el alumno deberá presentarse a todas las pruebas arriba detalladas y obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. Cuando alguna prueba conste de varias partes, se deberá obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. También, la nota mínima requerida para superar las prácticas de Laboratorio y hacer media será de 5,0 puntos sobre 10. Una nota inferior a 5,0 en las prácticas de laboratorio eliminará la posibilidad de aprobar la asignatura.

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5,0 puntos.

Si durante la evaluación progresiva se obtuviese una nota igual o superior a 5,0 sobre 10,0 en cualesquiera de las pruebas, pero la nota media resultase inferior a 5,0 sobre 10,0 y no fuese posible aprobar la asignatura mediante Evaluación progresiva, en la Prueba de evaluación global de la convocatoria ordinaria se podrá conservar dicha nota en el/los temas correspondientes, pudiendo únicamente examinarse de aquellas pruebas en las que la calificación hubiese resultado inferior a 5,0.

#### **4) Convocatoria extraordinaria:**

Se realizará una Prueba global de evaluación según se ha descrito más arriba.

Para hacer media es necesario obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. Cuando alguna prueba conste de varias partes, se deberá obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. También, la nota mínima requerida para superar las prácticas de Laboratorio y hacer media será de 5,0 puntos sobre 10. Una nota inferior a 5,0 en las prácticas de laboratorio eliminará la posibilidad de aprobar la asignatura.

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5,0 puntos.

#### **5) Prácticas de Laboratorio:**

Se realizarán durante el periodo docente de la asignatura.

Se propondrán 3 prácticas de laboratorio, cuya nota se conservará únicamente en el curso académico en el que se realizaron (hasta la evaluación extraordinaria inclusive). Para aprobar las prácticas de laboratorio el alumno deberá realizar los cuestionarios de conocimientos previos a las tres prácticas y obtener una calificación igual o superior a 5,0 puntos sobre 10 en cada uno de ellos, obtener una calificación igual o superior a 4,0 puntos sobre 10 en cada una de las memorias y obtener al menos 5,0 puntos sobre 10 en su conjunto.

Las prácticas de Laboratorio se evaluarán con los criterios siguientes:

-Cuestionarios eliminatorios sobre los guiones de las prácticas (2,5%).

-Entrega de las Memorias de prácticas (2,5%).

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
"Thermodynamics", K. Wark, 6th Ed.: McGraw-Hill. 1999. Versión Española Edit. McGraw-Hill, 2001.	Bibliografía	
"Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M.J. Moran, H.W. Shapiro, D.D. Boettner y M.B. Bailey, 8th ed, Edit. John Wiley & Sons, Inc., 2014.	Bibliografía	



"Termodinámica", Y. A. Çengel y M.A. Boles, Edit. McGraw-Hill, 2012, Versión española 7ª edición en versión inglesa, Edit. McGraw-Hill, 2011.	Bibliografía	
"Transferencia de calor y masa. Fundamentos y aplicaciones", Y. A. Çengel, A. J. Ghajard, 4ª ed. McGraw-Hill, 2011	Bibliografía	
"Fundamentos de transferencia de calor" F.P. Incropera y D.P. DeWitt 4ª Ed. Pearson Prentice Hall, 1996.	Bibliografía	
P. Pérez del Notario y Teresa J. Leo. 'Termodinámica: estructura y aplicaciones. Parte I'. 2018, ( <a href="http://oa.upm.es/51445/">http://oa.upm.es/51445/</a> )	Recursos web	Libro open access UPM
P. Pérez del Notario y Teresa J. Leo. 'Termodinámica: estructura y aplicaciones. Parte II', 2019 ( <a href="http://oa.upm.es/57073/">http://oa.upm.es/57073/</a> )	Recursos web	Libro open access UPM
Apuntes y presentaciones disponibles en la plataforma virtual Moodle de la asignatura.	Bibliografía	
Tablas y diagramas disponibles en la plataforma virtual Moodle de la asignatura.	Bibliografía	
<a href="http://webbook.nist.gov/chemistry/">http://webbook.nist.gov/chemistry/</a>	Recursos web	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

**Comunicación:**

Correo electrónico institucional en horario laboral. Siempre que sea posible se responderá en un periodo de 72 horas.

Moodle, espacio reservado para la asignatura.

**Plataformas:**

Moodle.

**Objetivos de desarrollo Sostenible:**

ODS 4: Educación de calidad

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura.