



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

85004929 - Refrigeración Y Climatización En Buques

### PLAN DE ESTUDIOS

08MA - Grado En Ingeniería Maritima

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo 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.....	10
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	85004929 - Refrigeración y Climatización en Buques
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<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>	2023-24

## 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	Despacho	teresa.leo.mena@upm.es	Sin horario. Las publicadas en la página web de la ETSIN
Jose Luis Moran Gonzalez (Coordinador/a)	Despacho	jose Luis.moran@upm.es	Sin horario. Las publicadas en la página web de la ETSIN

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Marítima no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Aplicar los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales.
- Aplicar correctamente los métodos de integración elementales.
- Ciclos termodinámicos de refrigeración.
- Termodinámica del aire húmedo: psicrometría.
- Transferencia de calor por conducción.
- Transferencia de calor por convección.
- Transferencia de calor por radiación.
- Aplicar los principios de la Termodinámica a sistemas abiertos.
- Aplicar los principios de la Termodinámica a sistemas cerrados.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA117 - Saber calcular las cargas térmicas para refrigeración y congelación en buques

RA119 - Saber calcular el ciclo frigorífico de las principales máquinas frigoríficas usadas en buques

RA121 - Conocer y evaluar las ventajas funcionales y económicas de los distintos sistemas de enfriamiento centralizado utilizados en buques

RA123 - Conocer los sistemas utilizados para climatización en buques (calefacción, ventilación y aire acondicionado)

RA125 - Saber calcular sistemas de climatización en buques

RA124 - Conocer los sistemas de refrigeración utilizados en cada tipo de buque de transporte

RA122 - Conocer las técnicas de refrigeración y congelación del pescado a bordo

RA118 - Conocer las distintas formas de producción de frío en buques

RA120 - Conocer los distintos sistemas de enfriamiento centralizado utilizados en buques

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura *Refrigeración y Climatización en Buques* forma parte las asignaturas optativas del *Módulo 2.5: Asignaturas Optativas, prácticas en empresas y otras actividades* del Grado en Arquitectura Naval. Tiene carácter optativo y, con 3 créditos ECTS asignados, representa algo más del 8% de la optatividad de la titulación. Se imparte en el segundo semestre del cuarto curso (S8 del Plan de Estudios).

En el caso de la asignatura *Refrigeración y Climatización en Buques*, cada crédito equivale en este caso a 25 horas de dedicación total del alumno. Esto indica que en esta asignatura, por cada hora de docencia presencial el alumno dispone de 1,5 horas para su trabajo personal. De manera general, le corresponden 2 horas de docencia presencial por semana.

**Es una asignatura de especialización, propia de la ingeniería naval y oceánica, y de destacado interés en su ámbito.** Cursar esta asignatura con aprovechamiento supone dominar una parte importante de los conceptos de Termodinámica y Transferencia de Calor adquiridos con anterioridad en el grado. Por ello, como requisito imprescindible para cursar la asignatura se establece la necesidad de haber superado las asignaturas de *Termodinámica* y de *Ingeniería Térmica I*.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. Cargas térmicas. Tipos y cálculo
  - 1.1. Lección 1: Introducción
  - 1.2. Lección 2: Criterios generales
  - 1.3. Lección 3: Cálculo de las cargas térmicas de una cámara o bodega
  - 1.4. Lección 4: Flujo de calor total de refrigeración
2. Tema 2. Formas de producción de frío. Máquinas e instalaciones frigoríficas
  - 2.1. Lección 1: Formas de producción de frío. Máquinas frigoríficas. Refrigerantes
  - 2.2. Lección 2: Instalaciones frigoríficas. Refrigeración por compresión de vapor
  - 2.3. Lección 3: Instalaciones frigoríficas. Refrigeración por absorción
  - 2.4. Lección 4: Otros sistemas de refrigeración en buques
3. Tema3. Sistemas de enfriamiento centralizado en buques
  - 3.1. Lección 1: Antecedentes históricos

- 3.2. Lección 2: Materiales y tipos de intercambiadores
- 3.3. Lección 3: Mezcla de los sistemas de alta y baja temperatura
- 3.4. Lección 4: Aspectos económicos de los sistemas de enfriamiento centralizado
- 4. Tema 4. Refrigeración en transporte marítimo
  - 4.1. Lección 1: Introducción al transporte marítimo de carga refrigerada
  - 4.2. Lección 2: Transporte marítimo de productos congelados y refrigerados
  - 4.3. Lección 3: Transporte marítimo de gases licuados. Gas Natural Licuado GNL (LNG)
  - 4.4. Lección 4: Transporte marítimo de gases licuados. Gas Licuado del Petróleo GLP (LPG)
- 5. Tema 5. Instalaciones frigoríficas en buques pesqueros
  - 5.1. Lección 1: Introducción
  - 5.2. Lección 2: La descomposición del pescado
  - 5.3. Lección 3: La conservación del pescado
    - 5.3.1. Técnicas de refrigeración
    - 5.3.2. Técnicas de congelación
  - 5.4. Lección 4: Aislantes y aceites
  - 5.5. Cálculo de la instalación frigorífica de un arrastrero congelador
- 6. Tema 6. Climatización y ventilación en buques. Condiciones de confort en buques
  - 6.1. Lección 1: Sistemas de ventilación y climatización
  - 6.2. Lección 2: Necesidades de ventilación en los buques. Ventilación natural. Ventilación forzada
  - 6.3. Lección 3: Confort. Sistemas de climatización
  - 6.4. Lección 4: Equipos de climatización para buques

## 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 Lección 1</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1 Lección 1</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 1 Lección 2</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1 Lección 2</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p><b>Tema 1 Lección 3</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1 Lección 3</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 1 Lección 4</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1 Lección 4</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Tema 2 Lección 1</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2 Lección 1</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2 Lección 2</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2 Lección 2</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			



4	<p><b>Tema 2 Lección 3</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2 Lección 3</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2 Lección 4</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2 Lección 4</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>Tema 1 Ejercicios prácticos complejos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 1 Ejercicios prácticos complejos</b> Duración: 00:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>Tema 3 Lección 1 Lección 2</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3 Lección 1 Lección 2</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3 Lección 3 Lección 4</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3 Lección 3 Lección 4</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Valoración participación en clase y trabajos (Semana 1-6)</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
7				<p><b>Prueba 1 Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p> <p><b>Prueba 1 Problemas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
8	<p><b>Tema 4 Lección 1</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4 Lección 1</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4 Lección 2</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4 Lección 2</b> Duración: 00:30</p>	<p><b>Práctica de Laboratorio 1/visita a empresa del sector</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

	PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
9	<p><b>Tema 4 Lección 3</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4 Lección 3</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4 Lección 4</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4 Lección 4</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Valoración Memoria Práctica Laboratorio 1/visita empresa del sector</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
10	<p><b>Tema 5 Lección 1</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5 Lección 1</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5 Lección 2</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5 Lección 2</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Tema 5 Lección 3</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5 Lección 3</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5 Lección 4</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5 Lección 4</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 6 Lección 1</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6 Lección 1</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6 Lección 2</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6 Lección 2</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica de Laboratorio 2/visita a empresa del sector</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

13	<p><b>Tema 6 Lección 3</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6 Lección 3</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6 Lección 4</b> Duración: 00:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6 Lección 4</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Valoración Memoria Práctica Laboratorio 2/visita empresa del sector</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Valoración participación en clase y trabajos (Semana 8-13)</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
14				<p><b>Prueba 2 Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p> <p><b>Prueba 2 Problemas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
15				
16				
17				<p><b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p>

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
6	Valoración participación en clase y trabajos (Semana 1-6)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	12.5%	/ 10	CE14
7	Prueba 1 Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	15%	2 / 10	CE14
7	Prueba 1 Problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	2 / 10	CE14
9	Valoración Memoria Práctica Laboratorio 1/visita empresa del sector	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2.5%	/ 10	CE14
13	Valoración Memoria Práctica Laboratorio 2/visita empresa del sector	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	2.5%	/ 10	CE14
13	Valoración participación en clase y trabajos (Semana 8-13)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	12.5%	/ 10	CE14
14	Prueba 2 Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	15%	2 / 10	CE14
14	Prueba 2 Problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	2 / 10	CE14

#### 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	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE14

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE14

## 7.2. Criterios de evaluación

### 1) Evaluación continua

Para aprobar la asignatura por evaluación continua el alumno deberá asistir regularmente a clase, presentarse a todas las pruebas abajo detalladas, realizar y participar en todas las actividades de clase y realizar las prácticas de laboratorio propuestas.

La nota final se obtendrá realizando una media ponderada según el porcentaje aproximado reflejado a continuación:

- Prueba 1: Teoría (15%) + Problemas (20%) Semana 7
- Prueba 2: Teoría (15%) + Problemas (20%) Semana 14
- Actividades de participación en clase y trabajos (25%) Semanas 1-6 y 8-13
- Prácticas de Laboratorio y/o visitas a empresas del sector (5%)

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5,0 puntos. Los alumnos que no habiendo alcanzado esta calificación hayan demostrado aprovechamiento en la asignatura, podrán realizar un examen global de la misma al terminar el semestre. Dicho examen coincidirá con el examen final y se realizará con las mismas condiciones que este.

## **2) Examen final. Convocatoria ordinaria**

Para la convocatoria ordinaria se realizará un examen final, consistente en 1 prueba de teoría y 2 problemas, calificadas cada una independientemente sobre 10.

- Teoría (30%)
- Problema 1 (35%)
- Problema 2 (35%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5,0. Las actividades y participación en clase podrán aumentar la nota final de los alumnos que aprueben hasta en 1,5 puntos.

## **3) Examen final. Convocatoria extraordinaria**

Para la convocatoria extraordinaria se realizará un examen final, consistente en 1 prueba de teoría y 2 problemas, calificadas cada una independientemente sobre 10.

- Teoría (30%)
- Problema 1 (35%)
- Problema 2 (35%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5,0.

## **4) Prácticas de laboratorio y/o visitas a empresas del sector (opción evaluación continua)**

Se propondrán varias prácticas de laboratorio (o visitas a empresas del sector) que se evaluarán mediante la entrega de las memorias solicitadas tras su realización.

## **5) Visitas a empresas**

Una de las prácticas de Laboratorio, o ambas, se podrá sustituir por visitas a empresas del sector.

## **6) Evaluación formativa (Trabajo Autónomo)**

Periódicamente se propondrán cuestionarios de autoevaluación en la plataforma virtual de enseñanza. Permitirán al alumno comprobar la asimilación de conocimientos y preparar las pruebas correspondientes a la evaluación.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Instituto Internacional del Frío. Guía del transporte frigorífico. Mundi Prensa, Madrid, 2002.	Bibliografía	
Carrier. Manual de Aire Acondicionado. Marcombo S.A., Barcelona 2009.	Bibliografía	
Ashrae Handbook.HVAC Applications SI Edition. Atlanta, 2003.	Bibliografía	
Merritt JH. Refrigeration on fishing vessels. Fishing News Books. Kent, 1978.	Bibliografía	
Munton R; Stott JR. Refrigeration at sea. Maclaren & Sons Ltd. London, 1967.	Bibliografía	
González de Lema FJ. Habilitación del buque, 2ª ed. Univ. da Coruña. La Coruña, 2007.	Bibliografía	
Harrys S. Fully Refrigerated LPG Carriers. Witherby & Company Limited. London, 2004.	Bibliografía	
"Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico", Y.A. Çengel, Edit. McGraw-Hill, 2007. Versión Española, Edit. Edit. McGraw-Hill 2007.	Bibliografía	

"Transferencia de calor y masa. Fundamentos y aplicaciones", Y.A. Çengel, Ghajar. Afshin J, Edit. McGraw-Hill, 2011. Versión Española, Edit. Edit. McGraw-Hill 2011.	Bibliografía	
Apuntes y presentaciones disponibles en la plataforma virtual.	Bibliografía	
Tablas y diagramas disponibles en la plataforma virtual de la asignatura.	Bibliografía	
'Termodinámica: estructura y aplicaciones. Parte I', P. Pérez del Notario y Teresa J. Leo.2018 ( <a href="http://oa.upm.es/51445/">http://oa.upm.es/51445/</a> )	Bibliografía	Texto de Termodinámica para ingenieros, en abierto.
'Termodinámica: estructura y aplicaciones. Parte II', P. Pérez del Notario y Teresa J. Leo.2019 ( <a href="http://oa.upm.es/57073/">http://oa.upm.es/57073/</a> )	Bibliografía	Texto de termodinámica para ingenieros, en abierto.
<a href="http://moodle.upm.es">http://moodle.upm.es</a>	Recursos web	
<a href="http://www.ashrae.org">http://www.ashrae.org</a>	Recursos web	
<a href="http://webserver.dmt.upm.es/-isidoro/bk3/index.html">http://webserver.dmt.upm.es/-isidoro/bk3/index.html</a>	Recursos web	
Aula y Aulas de exámenes	Equipamiento	
Laboratorio	Equipamiento	
Centro de Cálculo	Equipamiento	
Biblioteca	Equipamiento	
Salas de estudio	Equipamiento	
CoolPack	Otros	Software de refrigeración (libre)
RefProp	Otros	Software de cálculo de propiedades de refrigerantes (adquirido UPM-ETSIN)
Duprex	Otros	Software de refrigeración de Dupont (libre)



DTIR 5.01: Refrigerantes en 2019: diagramas y propiedades. Rodrigo Llopis Doménech. Editorial Atecyr, 2019	Bibliografía	Contiene características y propiedades de los refrigerantes comúnmente utilizados en la actualidad.
--	--------------	---

## 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 7: Energía limpia y asequible

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

ODS 13: Acción por el clima