



GUÍA DOCENTE DE

# TEORÍA DE ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

**Curso 2020-2021**

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

ESCUELA NAVAL MILITAR



## 1. DATOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

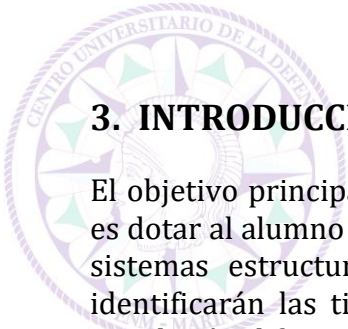
<b>Denominación:</b>	Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales
<b>Titulación:</b>	Grado en Ingeniería Mecánica
<b>Curso y cuatrimestre:</b>	Cuarto curso (primer cuatrimestre)
<b>Carácter:</b>	Obligatoria (Tecnología Específica Mecánica)
<b>Duración créditos ECTS:</b>	6



## 2. DATOS GENERALES DEL PROFESORADO

<b>Profesor responsable de la asignatura:</b>	Arturo González Gil
<b>Despacho:</b>	204 <a href="https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/728624400">https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/728624400</a>
<b>Correo electrónico:</b>	arturogg@ cud.uvigo.es
<b>Dirección mensajería:</b>	Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar Plaza de España, s/n 36920 Marín

<b>Profesor responsable de la asignatura:</b>	Andrés Suárez García
<b>Despacho:</b>	203 <a href="https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/417071046">https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/417071046</a>
<b>Correo electrónico:</b>	asuarez@cud.uvigo.es
<b>Dirección mensajería:</b>	Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar Plaza de España, s/n 36920 Marín



### **3. INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA**

El objetivo principal de la asignatura de Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales es dotar al alumno de los conocimientos básicos para el análisis y el diseño de los elementos y sistemas estructurales más frecuentes en las construcciones industriales. Para ello, se identificarán las tipologías estructurales y los elementos constructivos más comunes y se estudiarán diferentes herramientas para su análisis y dimensionado. Además, se introducirá al alumno en el manejo de la normativa vigente de cálculo estructural, y en particular de estructuras metálicas y de hormigón armado.

Se trata, pues, de una materia que aportará conocimientos fundamentales para el ejercicio profesional del graduado en ingeniería mecánica. De hecho, los “conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales” constituyen una de las competencias que, según la Orden Ministerial CIN/351/2009, de 9 de febrero, se deben adquirir en los grados oficiales que, como el del caso que nos ocupa, habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.



## 4. COMPETENCIAS

### 4.1. Competencias Básicas

Las competencias básicas descritas en el Real Decreto 1393/2007 no serán tratadas de forma específica por ningún módulo, materia o asignatura, sino que serán el resultado del conjunto del Grado. En cualquier caso, como se indica en la memoria de verificación de la titulación, la adquisición de las competencias generales descritas por la Orden Ministerial CIN/351/2009 garantiza la adquisición de las competencias básicas (enumeradas a continuación), cumpliéndose por ello el objetivo marcado en el citado Real Decreto.

**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

### 4.2. Competencias Generales

**CG3** 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

**CG4** 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 en la especialidad de Mecánica

**CG5** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos

**CG6** Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento

**CG11** Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial



### **4.3. Competencias Específicas**

La competencia específica de la titulación a la que contribuye esta asignatura es:

**CE23** Conocimiento y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales

### **4.4. Competencias Transversales**

**CT2** Resolución de problemas

**CT5** Gestión de la Información

**CT8** Toma de decisiones

**CT9** Aplicar conocimientos

**CT10** Aprendizaje y trabajo autónomos

**CT17** Trabajo en equipo



## 5. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Se muestran a continuación los resultados de aprendizaje de esta asignatura vinculados a las respectivas competencias.

Resultados de aprendizaje	Competencias vinculadas
Conocer los requisitos que deben reunir las estructuras para cumplir sus funciones, teniendo en cuenta las acciones actuantes, los criterios de seguridad y las bases de cálculo	CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17
Adquirir capacidad para convertir una estructura real en un modelo para su análisis, y viceversa	CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17
Identificar las tipologías y elementos más importantes utilizados en las estructuras y construcciones industriales	CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17
Capacidad para determinar las leyes de esfuerzos, las tensiones y las deformaciones en los elementos de las estructuras	CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17

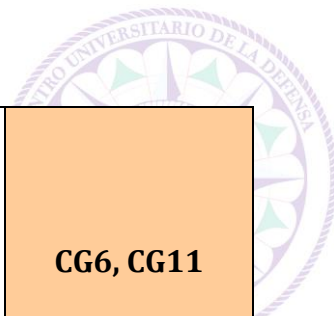
En la siguiente tabla podemos ver el nivel de desarrollo con el que se contribuye a lograr cada uno de aquellos sub-resultados de aprendizaje establecidos por ENAEE (*European Network for Accreditation of Engineering Education*) trabajados en la materia, así como las competencias asociadas a dicho sub-resultado y tratadas en la asignatura.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	SUB-RESULTADOS DE APRENDIZAJE	Nivel de desarrollo de cada sub-resultado (Básico (1), Adecuado (2) y Avanzado (3))	COMPETENCIAS ASOCIADAS
<b>1. Conocimiento y comprensión</b>	1.2 Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería propias de su especialidad, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos.	<b>Adecuado (2)</b>	<b>CG3, CE23</b>

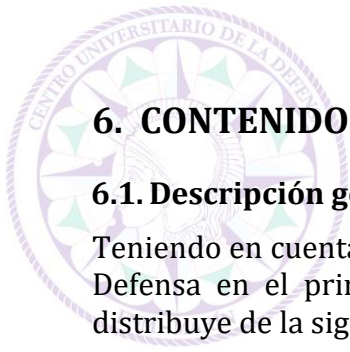


<p><b>2. Análisis en ingeniería</b></p>	<p>2.2 La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales.</p>	<p><b>Adecuado (2)</b></p>	<p><b>CG4, CE23, CT2, CT8, CT9</b></p>
<p><b>3. Proyectos de ingeniería</b></p>	<p>3.1 Capacidad para proyectar, diseñar y desarrollar productos complejos (piezas, componentes, productos acabados, etc.), procesos y sistemas de su especialidad, que cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo tener conciencia de los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales; así como seleccionar y aplicar métodos de proyecto apropiados.</p>	<p><b>Adecuado (2)</b></p>	<p><b>CG4, CG5, CE23, CT2, CT9</b></p>
	<p>3.2 Capacidad de proyecto utilizando algún conocimiento de vanguardia de su especialidad de ingeniería.</p>	<p><b>Básico (1)</b></p>	<p><b>CG4, CG5, CE23, CT9</b></p>
<p><b>4. Investigación e Innovación</b></p>	<p>4.1 Capacidad para realizar búsquedas bibliográficas, consultar y utilizar con criterio bases de datos y otras fuentes de información, para llevar a cabo simulación y análisis con el objetivo de realizar investigaciones sobre temas técnicos de su especialidad.</p>	<p><b>Básico (1)</b></p>	<p><b>CG6, CG11, CT5</b></p>





	4.2 Capacidad para consultar y aplicar códigos de buena práctica y de seguridad de su especialidad.	<b>Avanzado (3)</b>	<b>CG6, CG11</b>
<b>5. Aplicación práctica de la ingeniería</b>	5.1 Comprensión de las técnicas aplicables y métodos de análisis, proyecto e investigación y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad.	<b>Adecuado (2)</b>	<b>CE23, CT9</b>
	5.2 Competencia práctica para resolver problemas complejos, realizar proyectos complejos de ingeniería y llevar a cabo investigaciones propias de su especialidad.	<b>Básico (1)</b>	<b>CG4, CG5, CT2, CT9</b>
	5.3 Conocimiento de aplicación de materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad.	<b>Básico (1)</b>	<b>CT8, CT9</b>
	5.4 Capacidad para aplicar normas de la práctica de la ingeniería de su especialidad.	<b>Adecuado (2)</b>	<b>CG6, CG11, CT9</b>



## **6. CONTENIDOS**

### **6.1. Descripción general de la programación**

Teniendo en cuenta las circunstancias y necesidades específicas del Centro Universitario de la Defensa en el primer cuatrimestre del curso 2020-2021, la docencia de la asignatura se distribuye de la siguiente forma:

- Clases de aula: 28 horas presenciales (clases teóricas)
- Clases de laboratorio: 14 (clases prácticas)
- Seminarios: 7 (tutorías y resolución de ejercicios)

### **6.2. Programación de las clases de aula**

En las clases de aula se explicarán los conceptos teórico/prácticos fundamentales de la asignatura. Se programan 28 sesiones en las que se irán abordando los diferentes temas que se detallan a continuación:

#### **Tema 1. Introducción al análisis y diseño de estructuras**

Duración: 3 horas

Objetivos y desarrollo:

Este tema servirá como introducción al análisis estructural. Se presentarán las consideraciones básicas para la idealización y el análisis de una estructura, se identificarán los principales tipos de estructuras y sus elementos y, por último, se describirán los diferentes tipos de cargas a las que puede estar sometida una estructura.

Índice del tema

- 1.1 Análisis y diseño estructural
- 1.2 Clasificación de estructuras
- 1.3 Tipos de cargas sobre estructuras
- 1.4 Idealización de estructuras
- 1.5 Principios básicos del análisis estructural

#### **Tema 2. Construcciones Industriales: Tipología y elementos constructivos**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

Se introducirá el concepto de urbanismo industrial y se identificarán los diferentes tipos de estructuras utilizados en las construcciones industriales, así como sus elementos más importantes. Asimismo, se introducirá al alumno en los sistemas y procesos constructivos empleados en los edificios industriales.



### Índice del tema

- 2.1 Generalidades sobre arquitectura y urbanismo industrial
- 2.2 Tipos de estructuras en los edificios industriales
- 2.3 Elementos constructivos: Cimentaciones
- 2.4 Elementos constructivos: Vigas, pilares y forjados
- 2.5 Elementos constructivos: Cerramientos y cubiertas

### **Tema 3. Marco normativo en el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales**

Duración: 2 horas

#### Objetivos y desarrollo:

Se presentará la normativa actualmente en vigor para el diseño de construcciones industriales y el cálculo de sus estructuras. Se introducirán los criterios de seguridad estructural que rigen el cálculo de estructuras en España y en la Unión Europea. Se estudiará el procedimiento para la determinación de las cargas de una estructura a partir de las diferentes acciones que recoge la normativa. Además, se abordarán diferentes aspectos a tener en cuenta en el diseño y la construcción de edificios industriales: evaluación y prevención de riesgos en la construcción, seguridad de utilización y accesibilidad, ahorro energético y uso de energías renovables, salubridad, protección frente al ruido, etc.

### Índice del tema

- 3.1 Marco reglamentario de las construcciones industriales: normativa española y Eurocódigos
- 3.2 Acciones en la edificación
- 3.3 La seguridad estructural según el CTE: verificación de Estados Límite
- 3.4 Mayoración y combinación de cargas
- 3.5 Aspectos sociales, ambientales, de seguridad y salud en las construcciones industriales

### **Tema 4. Introducción al diseño de estructuras metálicas**

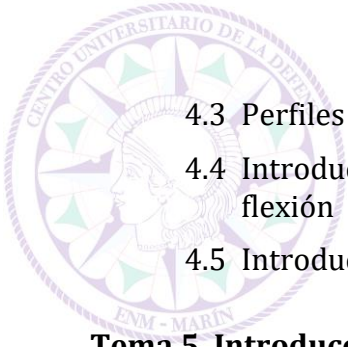
Duración: 3 horas

#### Objetivos y desarrollo:

Se explicarán los fundamentos del diseño y el cálculo de estructuras metálicas. Se presentarán las principales características de las estructuras de acero usadas en las construcciones industriales. Se hará una introducción al dimensionamiento y comprobación de los principales elementos de las estructuras de acero.

### Índice del tema

- 4.1 Generalidades sobre las estructuras metálicas
- 4.2 El acero como material estructural: clases y características principales



4.3 Perfiles normalizados de acero

4.4 Introducción al cálculo de elementos de acero sometidos a tracción, compresión y flexión

4.5 Introducción al diseño de elementos de unión en estructuras de acero

## **Tema 5. Introducción al diseño de estructuras de hormigón**

Duración: 2 horas

### Objetivos y desarrollo:

Se describirán las principales características y el comportamiento de las estructuras de hormigón empleadas en las construcciones industriales. Se estudiarán las propiedades y aplicaciones del hormigón como material de construcción (hormigón en masa, armado y pretensado). Se introducirán los criterios de selección e identificación del hormigón como material estructural.

### Índice del tema

5.1 Generalidades sobre las estructuras de hormigón

5.2 El hormigón como material de construcción: tipos, componentes y propiedades principales

5.3 Selección e identificación de hormigones

## **Tema 6. Análisis de estructuras reticulares de nudos articulados**

Duración: 5 horas

### Objetivos y desarrollo:

Se definirán las características principales de las estructuras de barras con nudos articulados y se identificarán sus principales tipos. Se estudiarán diferentes métodos analíticos para determinar los esfuerzos y deformaciones en estructuras isostáticas e hiperestáticas. Los resultados obtenidos con este tipo de análisis se relacionarán con los principios de diseño y dimensionado de estructuras metálicas vistos en el tema 4.

### Índice del tema

6.1 Generalidades sobre las estructuras de nudos articulados

6.2 Análisis de estructuras isostáticas

6.3 Análisis de estructuras hiperestáticas

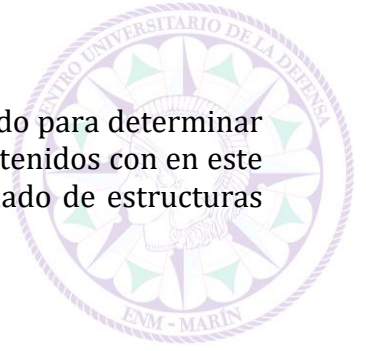
6.4 Líneas de influencia

## **Tema 7. Análisis de estructuras reticulares de nudos rígidos**

Duración: 5 horas

### Objetivos y desarrollo:

Se analizará el comportamiento de las estructuras de barras con nudos rígidos. Se presentarán los fundamentos del método de Cross de distribución de momentos como



herramienta de análisis de este tipo de estructuras. Se aplicará dicho método para determinar los esfuerzos internos en vigas hiperestáticas y pórticos. Los resultados obtenidos con en este tipo de análisis se relacionarán con los principios de diseño y dimensionado de estructuras metálicas y de hormigón vistos en los temas 4 y 5, respectivamente.

#### Índice del tema

- 7.1 Generalidades sobre las estructuras de nudos rígidos
- 7.2 Fundamentos del método de Cross
- 7.3 Análisis de vigas hiperestáticas mediante el método de Cross
- 7.4 Análisis de pórticos mediante el método de Cross

### **Tema 8. Introducción a los métodos matriciales para el análisis de estructuras**

Duración: 1 hora

#### Objetivos y desarrollo:

Se hará una introducción a los métodos matriciales para el cálculo estructural, frecuentemente utilizados en el análisis computacional de estructuras. Se explicarán los fundamentos teóricos del método de la rigidez y se aplicará este método al análisis de estructuras reticulares simples.

#### Índice del tema

- 8.1 Introducción a los métodos matriciales
- 8.2 Fundamentos del método de la rigidez
- 8.3 Aplicación del método de la rigidez al análisis de estructuras de barras simples

### **Tema 9. Cables y arcos**

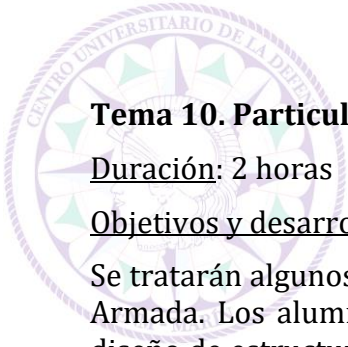
Duración: 3 horas

#### Objetivos y desarrollo:

Se estudiarán los aspectos básicos relacionados con el análisis de cables y arcos como elementos estructurales. Se analizarán los cables sometidos a cargas concentradas y a cargas distribuidas uniformemente. Como caso básico del análisis de arcos, se estudiará el arco triarticulado.

#### Índice del tema

- 9.1 Características generales de los cables
- 9.2 Análisis de cables sometidos a cargas concentradas
- 9.3 Análisis de cables sometidos a cargas uniformemente distribuidas
- 9.4 Características generales de los arcos
- 9.5 Análisis de arcos triarticulados



## **Tema 10. Particularidades de las construcciones en el ámbito de la Armada**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

Se tratarán algunos de los aspectos más relevantes de las construcciones en las unidades de la Armada. Los alumnos de la mención Cuerpo General recibirán formación aplicada sobre el diseño de estructuras en buques de guerra, mientras que los alumnos de Infantería de Marina estudiarán el diseño de fortificaciones contra proyectiles.

Índice del tema

10.1 Diseño de estructuras en buques de guerra

10.2 Diseño de fortificaciones

### **6.3. Programación de las clases de laboratorio**

Las prácticas propuestas para esta asignatura tratarán de servir de complemento a los contenidos teóricos, de tal forma que el alumno afiance y aplique los conocimientos adquiridos y, a la vez, vea potenciada su creatividad y capacidad de resolución de problemas. Además, se pretende generar en el alumno una motivación extra para el estudio de la materia.

A continuación, se describen las prácticas propuestas para este curso. Se exponen los objetivos de cada una de ellas, indicando su duración y la relación con los contenidos teóricos de la asignatura.

#### **Práctica 1. Identificación e idealización de estructuras**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

Con esta práctica se pretende que el alumno ponga en práctica y consolide los conocimientos adquiridos en los dos primeros temas de la asignatura y que repase conceptos de estabilidad estructural, previamente adquiridos en asignaturas como Física y Elasticidad y Resistencia de Materiales. Se propondrán diferentes ejemplos de estructuras reales para que el alumno realice su idealización, establezca los tipos de cargas a las que van a estar sometidas y analice su estabilidad. Además, esta práctica se complementará con una visita a diferentes edificios de la ENM en la que los alumnos podrán identificar algunos de los tipos y elementos estructurales estudiados.

#### **Práctica 2. Cálculo de acciones en edificios industriales**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

Con esta práctica se pretende introducir al alumno en el manejo de la normativa vigente aplicable al cálculo de estructuras, en particular al cálculo de acciones en la edificación. Para ello, se plantea un ejercicio en el que se deben calcular las acciones a las que se verán sometidos diferentes elementos estructurales de una nave industrial. Esta práctica está relacionada con los tres primeros temas de la asignatura.



### **Práctica 3. Dimensionado de elementos estructurales de acero**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

Con esta práctica se pretende que el alumno complemente y amplíe sus conocimientos sobre cálculo y combinación de acciones, aplicándolos al dimensionado de diferentes elementos de estructuras de acero. Para ello, el alumno resolverá varios casos prácticos planteados por el profesor. Esta práctica se relaciona con los temas 2, 3 y 4 de teoría.

### **Práctica 4. Análisis de estructuras reticulares de nudos articulados y de nudos rígidos**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

Con esta práctica, se pretende reforzar los conocimientos relacionados con los temas 1, 2, 6 y 7 de la asignatura. Para ello, se harán diferentes montajes demostrativos de modelos de estructuras de barras de nudos articulados y de nudos rígidos, sobre las cuales los alumnos deberán realizar diferentes medidas de deformaciones. Además, se resolverán ejercicios que reforzarán la comprensión del comportamiento de este tipo de estructuras.

### **Práctica 5. Métodos matriciales para el cálculo de estructuras**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

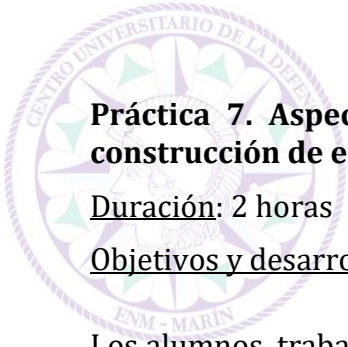
Con esta práctica se pretende introducir al alumno en el uso de los métodos matriciales para el cálculo de estructuras. Para ello, se resolverán una serie de ejercicios de cálculo de estructuras mediante la programación del método de la rigidez en un software tipo Matlab. Se trata de una práctica relacionada con el tema 8 de la asignatura.

### **Práctica 6. Introducción al uso de software profesional de cálculo de estructuras**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

En esta sesión práctica se introducirá al alumno en el manejo de programas profesionales de cálculo de estructuras con un doble objetivo: i) favorecer la consolidación de los conocimientos básicos sobre diseño y cálculo de estructuras adquiridos durante todo el curso; ii) mostrar las posibilidades que ofrece un software profesional de cálculo de estructuras. Se hará una breve presentación del software disponible en el centro (*Autodesk Robot Structural Analysis*) y se llevará a cabo el dimensionado de diferentes elementos estructurales y estructuras sencillas.



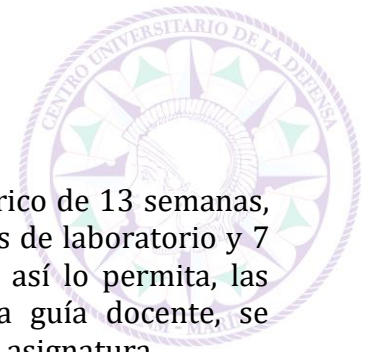
## **Práctica 7. Aspectos sociales, ambientales, de seguridad y salud en el diseño y la construcción de edificios industriales**

Duración: 2 horas

Objetivos y desarrollo:

Los alumnos, trabajando en grupos de tres a cinco personas, deberán presentar y defender un trabajo sobre diferentes aspectos sociales, ambientales, de seguridad y salud que según el Código Técnico de la Edificación y otra normativa de referencia se deben tener en cuenta en el diseño y la construcción de edificios industriales. Estos trabajos serán planteados por el profesorado de la materia durante la impartición del tema 3 de teoría. El resultado de esta práctica será evaluado dentro del ítem Trabajo Grupal (TG), conforme a lo establecido en el apartado 10 de esta guía docente.





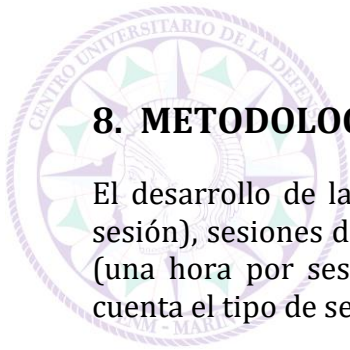
## 7. PLANIFICACIÓN DOCENTE

La planificación docente de la asignatura se realiza para un supuesto teórico de 13 semanas, en las que se impartirán un total de 28 horas de clase de aula, 7 prácticas de laboratorio y 7 seminarios. Adicionalmente, en el caso de que el calendario académico así lo permita, las horas de docencia disponibles a mayores de las planificadas en esta guía docente, se emplearán para repasar y consolidar los contenidos más importantes de la asignatura.

En la siguiente tabla se muestra la organización del esfuerzo del alumno para cubrir los seis créditos ECTS asociados a la asignatura.

	Técnica	Actividad	Horas presenciales	Trabajo autónomo	Horas totales	ECTS
Teoría	Clases magistrales expositivas en grupos de 40 alumnos aprox.	Asimilación de contenidos. Preparación de problemas	28	42	70	2,80
Prácticas	Trabajo práctico en laboratorio	Realización en grupo de las prácticas propuestas	14	7	21	0,84
Seminarios	Tutorías personalizadas y grupales	Recibe orientación personalizada	7	0	7	0,28
Otras actividades	Tareas de evaluación y horas de refuerzo <sup>1</sup>	Realización de exámenes, resolución de ejercicios entregables, etc.	28	24	52	2,08
<b>TOTAL</b>			<b>77</b>	<b>73</b>	<b>150</b>	<b>6,00</b>

<sup>1</sup> Se incluyen las horas del curso intensivo que se realiza como preparación del examen extraordinario



## 8. METODOLOGÍA DOCENTE

El desarrollo de la asignatura se estructura en sesiones de teoría en el aula (una hora por sesión), sesiones de prácticas de laboratorio (dos horas cada sesión) y sesiones de seminario (una hora por sesión). Los métodos didácticos adoptados se pueden agrupar teniendo en cuenta el tipo de sesión, tal y como se detalla a continuación:

### 8.1. Clases de aula

La metodología de las clases teóricas se aproximará a una **sesión magistral** participativa. En estas sesiones, se explicarán los fundamentos de cada tema y se expondrán ejemplos aclaratorios. Asimismo, se guiará al alumno para que estudie los contenidos del tema de forma autónoma.

Como método expositivo, se utilizarán el proyector de presentaciones y la pizarra. En la medida de lo posible, se proporcionará copia de las transparencias a los alumnos con anterioridad a la exposición, centrando el esfuerzo del profesor y del alumnado en la explicación y comprensión de los conocimientos, respectivamente.

Además, en el aula se fomentará el **aprendizaje colaborativo** mediante la realización de actividades en grupo. Se pretende motivar al estudiante en la actividad de investigación, y fomentar las competencias personales compartiendo problemas y soluciones. Con una dedicación que variará a lo largo del curso y en función de las necesidades puntuales de la asignatura, se dedicará parte de las clases de aula a la resolución de problemas sencillos por equipos (aprendizaje basado en problemas).

### 8.2. Clases prácticas

La docencia práctica tendrá como fin aplicar, ampliar y afianzar los conceptos estudiados en las clases teóricas. Con la idea de fomentar la creatividad y las capacidades técnicas del alumno, se plantean una serie de sesiones que incluyen, por un lado, la realización de **prácticas de laboratorio**, y por otro, el **estudio de casos** y la **resolución de problemas y/o ejercicios**. En estas sesiones se tratará el análisis experimental de deformaciones en estructuras, la resolución de ejercicios de análisis estructural por métodos clásicos y con software informático, el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento en el diseño de edificios industriales.

Estas clases comenzarán con una presentación de la práctica por parte del profesor, y si fuese preciso, con una explicación de nuevos conceptos teóricos que sean necesarios para su realización. Posteriormente, serán los alumnos quienes, trabajando en grupos reducidos, y bajo la supervisión del profesor, realicen la práctica en cuestión. Al final de cada práctica, cada grupo de alumnos deberá entregar una memoria resumen con los resultados obtenidos.

### 8.3. Seminarios

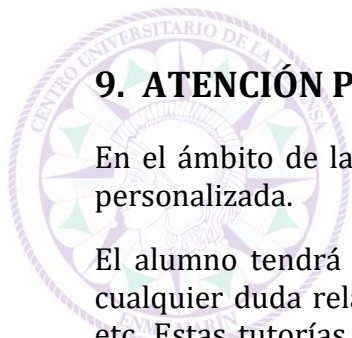
Las clases de seminario se destinarán fundamentalmente a la **resolución de problemas y/o ejercicios** y al **estudio de casos**, que los alumnos deberán llevar a cabo individualmente o en grupo. El hecho de que el número de alumnos en estas clases sea reducido (en torno a 10), permite una mayor cercanía entre profesor y alumno, de tal forma que se facilita la comprensión e interiorización de los conceptos fundamentales de la asignatura.



#### 8.4. Vinculación de la metodología con las competencias

Se muestra a continuación la vinculación entre las metodologías de aprendizaje y las competencias asociadas a la asignatura:

<b>Resultados de aprendizaje</b>	<b>Competencias vinculadas</b>	<b>Metodologías de aprendizaje</b>
Conocer los requisitos que deben reunir las estructuras para cumplir sus funciones, teniendo en cuenta las acciones actuantes, los criterios de seguridad y las bases de cálculo	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17</b>	Sesión magistral Aprendizaje colaborativo Prácticas de laboratorio Resolución de problemas y/o ejercicios Estudio de casos
Adquirir capacidad para convertir una estructura real en un modelo para su análisis, y viceversa	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17</b>	Sesión magistral Aprendizaje colaborativo Prácticas de laboratorio Resolución de problemas y/o ejercicios Estudio de casos
Identificar las tipologías y elementos más importantes utilizados en las estructuras y construcciones industriales	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17</b>	Sesión magistral Aprendizaje colaborativo Estudio de casos
Capacidad para determinar las leyes de esfuerzos, las tensiones y las deformaciones en los elementos de las estructuras	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17</b>	Sesión magistral Aprendizaje colaborativo Prácticas de laboratorio Resolución de problemas y/o ejercicios Estudio de casos



## **9. ATENCIÓN PERSONALIZADA**

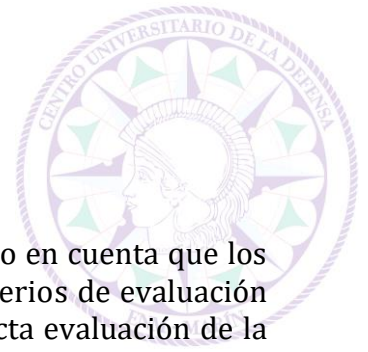
En el ámbito de la acción tutorial, se distinguen acciones de tutoría académica y de tutoría personalizada.

El alumno tendrá a su disposición horas de tutoría académica en las que podrá consultar cualquier duda relacionada con los contenidos de la asignatura, su organización, evaluación, etc. Estas tutorías podrán ser individualizadas o en grupo. Sin embargo, se fomentarán las tutorías grupales para la resolución de problemas o aclaración de diferentes contenidos de la materia.

Además, el profesor estará disponible para que el alumno le comente o pida consejo sobre cualquier circunstancia que le impida realizar un seguimiento adecuado de la materia (tutorías personalizadas).

Con la combinación de estos dos tipos de acción tutorial, se pretende lograr un equilibrio académico-personal que permita al alumno alcanzar sus objetivos de la manera más eficaz.

El profesorado de esta asignatura estará disponible para tutorías en el horario publicado en la web del centro, siempre y cuando el alumno confirme previamente por correo electrónico su interés en asistir a las mismas. No obstante, el alumno podrá concertar una tutoría con el profesor en cualquier momento fuera de ese horario. Además, el profesorado podrá responder a las dudas de los alumnos por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros en plataformas de teledocencia, etc.).



## 10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

### 10.1. Generalidades sobre los criterios de evaluación

Dadas las peculiaridades del Centro Universitario de la Defensa, y teniendo en cuenta que los alumnos se hallan en régimen de internado, únicamente se proponen criterios de evaluación para alumnos asistentes. Las estrategias empleadas garantizarán la correcta evaluación de la obtención de las competencias asociadas a la asignatura.

El alumno dispondrá de dos convocatorias para superar la asignatura: la convocatoria ordinaria y la extraordinaria. En la convocatoria ordinaria, se contemplan dos opciones para superar la asignatura: aprobar por evaluación continua o aprobar un examen final (examen ordinario), que incluirá todos los contenidos de la materia. En caso de suspender la primera convocatoria, el alumno podrá superar la asignatura aprobando el examen extraordinario, que igualmente incluirá todos los contenidos de la materia.

Se empleará un sistema de calificación numérica con valores de 0 a 10 puntos, según la legislación vigente (R.D. 1125/2003 de 5 de septiembre, B.O.E. nº 224 de 18 de septiembre).

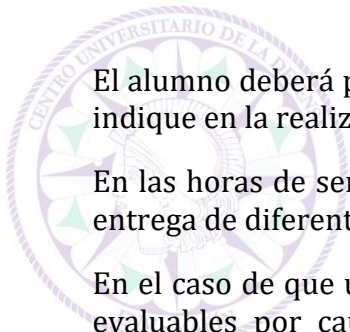
A continuación, se exponen los detalles de los métodos de evaluación propuestos para esta asignatura.

### 10.2. Convocatoria ordinaria: evaluación continua

El método de evaluación continua (EC) valorará los resultados alcanzados por los alumnos en las diferentes actividades realizadas a lo largo del curso, que se agruparán de la siguiente forma: Prueba Final (PF), Controles Teórico-Prácticos (CT), Memorias de Prácticas (MP), Ejercicios Evaluables (EE), y Trabajo Final (TF). El peso de cada una de estas partes en la nota de evaluación continua es el indicado en la siguiente tabla. La nota de cada parte se calculará como la media aritmética de los ítems realizados hasta el momento de la evaluación en esa parte.

Metodología	Cantidad	Nota evaluación continua (%)
Prueba Final (PF)	1	40%
Controles Teórico-Prácticos (CT)	2	30% (15% cada uno)
Memorias de Prácticas (MP)	1 por cada práctica	10%
Ejercicios Evaluables (EE)	Durante todo el curso	10%
Trabajo Grupal (TG)	1 en grupo	10%

Se realizarán dos controles de evaluación de conocimientos teórico-prácticos (CT) a lo largo del curso, según se indica en la sección 13.



El alumno deberá presentar una memoria por cada práctica de laboratorio siempre que así se indique en la realización de la misma, que serán evaluadas en el ítem MP.

En las horas de seminario y/o de clase teórica, se podrá proponer al alumno la realización y entrega de diferentes ejercicios, que serán evaluados en el ítem EE.

En el caso de que un alumno no pueda asistir a alguna sesión en la que se realicen ejercicios evaluables por causas de fuerza mayor, éste deberá avisar por correo electrónico a los profesores para que se tenga registro y esta circunstancia se tenga en cuenta en el momento de la evaluación.

Además, los alumnos deberán realizar y exponer un trabajo grupal sobre los aspectos sociales, ambientales, de seguridad y salud en el diseño y construcción de edificios industriales (ver práctica 7), que será evaluado en el ítem TG.

La prueba final de evaluación continua (PF) incluirá todos los contenidos de la materia y tendrá un peso del 40% en la nota final de evaluación continua.

La nota de la evaluación continua (NEC), será el resultado de aplicar la media ponderada a todas las partes evaluadas; es decir, se calculará del siguiente modo:

$$NEC = 0.4 PF + 0.15 CT1 + 0.15 CT2 + 0.1 MP + +0.1 EE + 0.1 TG$$

El alumno aprobará la asignatura por evaluación continua cuando se cumplan todos y cada uno de los siguientes requisitos:

- ✓ Haber realizado todas las tareas evaluables (salvo casos debidamente justificados)
- ✓ Tener una calificación de al menos 4 puntos sobre 10 en el examen final de evaluación continua (PF)
- ✓ Tener un valor de NEC mayor o igual a 5 puntos (sobre 10)

En caso de incumplir alguno de los dos primeros requisitos, la nota final de evaluación continua será igual al valor mínimo entre NEC y 4 puntos.

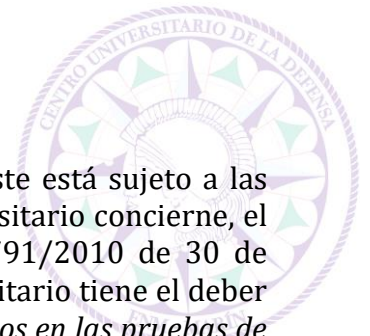
### **10.3. Convocatoria ordinaria: examen ordinario**

Aquellos alumnos que no consigan superar la asignatura por el método de evaluación continua, deberán presentarse al examen ordinario, donde se evaluarán todas las competencias de la asignatura. Los resultados de este examen supondrán el 100% de la nota final del alumno, siendo requisito imprescindible para superar la asignatura obtener una calificación de al menos 5 puntos sobre 10.

Los alumnos que hayan superado la asignatura por evaluación continua tendrán la posibilidad de presentarse al examen ordinario para mejorar su nota.

### **10.4. Convocatoria extraordinaria**

Los alumnos que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria, realizarán un examen extraordinario que tendrá el mismo formato y los mismos requisitos que el examen ordinario.



### 10.5. Compromiso ético

En su doble condición de militar y alumno de la Universidad de Vigo, éste está sujeto a las obligaciones derivadas de ambas instituciones. En lo que a alumno universitario concierne, el Estatuto del Estudiante Universitario, aprobado por el Real Decreto 1791/2010 de 30 de diciembre, establece en su artículo 12, punto 2d, que el estudiante universitario tiene el deber de *“abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la universidad”*. Asimismo, la LCM, en su artículo 4 concerniente a las reglas de comportamiento del militar, establece en su decimoquinta regla que éste *“cumplirá con exactitud sus deberes y obligaciones impulsado por el sentimiento del honor, [...]”*.

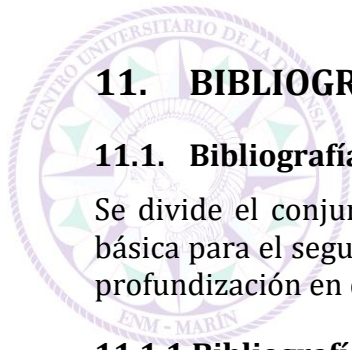
Por ello, se espera que el alumno tenga un comportamiento ético adecuado. Si durante el curso se detectase un comportamiento poco ético en la realización de cualquier prueba o ejercicio evaluable (copia, plagio, uso de dispositivos electrónicos no autorizados u otros), el alumno en cuestión no superará la asignatura por evaluación continua (en la que obtendrá una calificación de “0,0”). Asimismo, si este tipo de comportamiento se detectase en el examen ordinario o en el examen extraordinario, el alumno obtendría en dicha convocatoria una calificación de “0,0”.

### 10.6. Evaluación de las competencias asociadas a la asignatura

La siguiente tabla relaciona cada uno de los elementos de evaluación de la asignatura con las competencias que están siendo evaluadas.

<b>Actividad de evaluación</b>	<b>Competencias evaluadas</b>
ME: Memorias de Prácticas y Entregables	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17</b>
TG: Trabajo Grupal	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10, CT17</b>
EE: Ejercicios Evaluables	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10</b>
CT: Controles Teórico-Prácticos	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10</b>
PF: Prueba Final de evaluación continua	<b>CG3, CG4, CG5, CG6, CG11, CE23, CT2, CT5, CT8, CT9, CT10</b>





## 11. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

### 11.1. Bibliografía para los contenidos de teoría

Se divide el conjunto de la bibliografía en dos apartados, el que se refiere a la bibliografía básica para el seguimiento de la asignatura, y la bibliografía complementaria, para una mayor profundización en determinados temas.

#### 11.1.1 Bibliografía básica

##### Análisis estructural

1. Hibbeler R.C. *Análisis estructural*. Pearson Educación, México DF, 2012 (8ª edición).
2. McCormac J.C *Análisis de estructuras. Métodos clásico y matricial*. Marcombo, Barcelona, 2011 (4ª edición).

##### Construcciones Industriales

3. Argüelles Álvarez, R. y otros. *Estructuras de acero. Tomo 1: fundamentos y cálculo según CTE, EAE y EC3*. Bellisco, Madrid, 2013 (3ª edición).
4. Martín A., Suarez F., Del Coz J.J. *Tipología Estructural en Arquitectura Industrial*. Ed. Bellisco, Madrid, 2005.
5. Ministerio de Vivienda. *Código Técnico de la Edificación (CTE)*. 2006. Disponible en [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org).

#### 11.1.2 Bibliografía complementaria

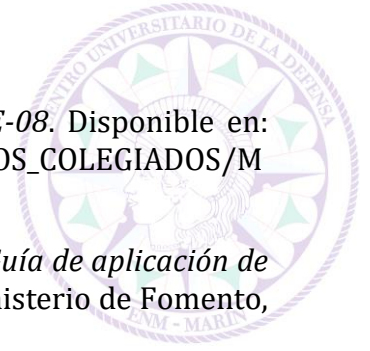
##### Análisis estructural

6. Argüelles Álvarez, R. *Cálculo de estructuras. Vol 1 y 2*. Ed. Bellisco, Madrid 2015 (1ª ed., re-impresión 2015).
7. Beer F.P, Johnston E.R, Mazurek D.F. *Mecánica vectorial para ingenieros: Estática*. McGraw Hill, México DF, 2013 (10ª edición).
8. Leet, K.M, Uang, C.M, Gilbert, A.M. *Fundamentals of structural analysis* McGraw Hill, New York, 2011 (4ª edición).
9. Serrano López M.A., Castrillo Cabello M.A., López Aenlle M. *Estructuras. Formulario-Prontuario: volúmenes 1 y 2*. Ed. Bellisco, Madrid, 2009.
10. Vázquez Fernández, M, López Pérez, E. *El método de los elementos finitos aplicado al análisis estructural*. Ed. Noela, Madrid, 2001.

##### Construcciones Industriales

11. Ministerio de Fomento. *Instrucción de acero estructural (EAE)*. 2011. Disponible en [http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/MAS\\_ORGANOS/CPA/INSTRUCCIONES](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/MAS_ORGANOS/CPA/INSTRUCCIONES).





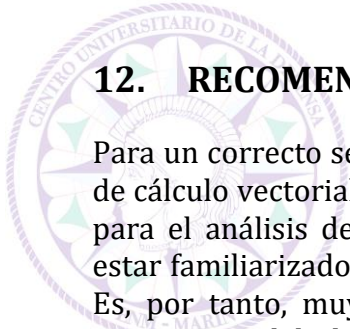
12. Ministerio de Fomento. *Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08*. Disponible en: [http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/MASORGANOS/CPH/instrucciones/EHE\\_es/](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/MASORGANOS/CPH/instrucciones/EHE_es/).
13. Comisión Permanente del Hormigón, Secretaría General Técnica. *Guía de aplicación de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) EDIFICACIÓN*. Ministerio de Fomento, Madrid, 2014.
14. Fiol Femenía, F. *Acciones en la Edificación: Exposición y Ejemplos según SE y SE-AE del CTE*. Autor Editor, Burgos, 2008.
15. Fiol Femenía, F, Fiol Oliván, F. *Manual de Cimentaciones*. Editorial Monte Carmelo, Burgos, 2009.
16. Jiménez Montoya, P, García Meseguer, A, Morán cabré, F, Arroyo Portero, J.C. *Hormigón Armado*. Gustavo Gili, Barcelona, 2010 (15ª edición)
17. Montalvá Subirats, J.M, Hospitaler Pérez, A, Saura Arnau, H. *Proyecto Estructural de Edificio Industrial: diseño y cálculo de estructura metálica*. Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicación, Valencia, 2014.
18. Montalvá Subirats, J.M, Saura Arnau, H. *Construcción y arquitectura industrial: Colección de problemas resueltos*. Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicación, Valencia, 2014.
19. Rolando Ayuso A. *Cerramientos ligeros y pesados en los edificios*. Ed. Bellisco, Madrid, 1999.
20. Urbán Brotóns, P. *Construcción de estructuras metálicas*. Editorial Club Universitario, Alicante, 2015 (5ª edición).

### **11.2. Bibliografía para los contenidos prácticos**

De la bibliografía recomendada para la parte teórica de la asignatura, el profesorado indicará al alumno cuales son los libros y/o capítulos de libros más interesantes para la realización de ejercicios complementarios a los resueltos en clase.

### **11.3. Recursos online**

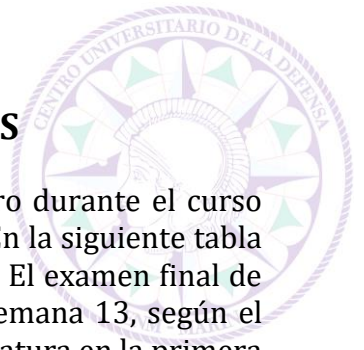
Toda la información relativa a la asignatura estará disponible a través de la plataforma de teledocencia de la Universidad de Vigo (<http://fatic.uvigo.es>), que se convierte así en el vehículo de comunicación y registro de información de la materia. Por una parte, será un contenedor de información, más o menos estática, incluyendo el material de las clases teóricas y prácticas, enlaces de interés relacionados con los contenidos de la asignatura, etc. Por otra parte, funcionará como canal de comunicación de comunicación entre profesores y alumnos (entregas de ejercicios, comunicaciones relacionadas con la asignatura, encuestas, etc.).



## **12. RECOMENDACIONES AL ALUMNO**

Para un correcto seguimiento de esta asignatura, el alumno debe tener sólidos conocimientos de cálculo vectorial y dominar el concepto de equilibrio estático. Además, debe tener destreza para el análisis de tensiones y deformaciones en estructuras elementales. Asimismo, debe estar familiarizado con las propiedades mecánicas de materiales estructurales como el acero. Es, por tanto, muy recomendable que el alumno haya cursado y superado las siguientes asignaturas del plan de estudios: Física I, Ciencia y Tecnología de Materiales, Resistencia de Materiales y Elasticidad y Ampliación de Resistencia de Materiales.

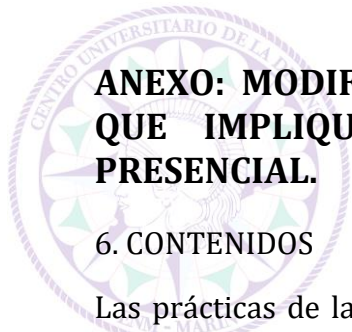
Los conocimientos adquiridos en la parte de cálculo estructural de esta asignatura pueden resultar de utilidad al alumno en el seguimiento de asignaturas como Diseño de Máquinas (segundo cuatrimestre del cuarto curso) o Teoría del Buque y Construcción Naval (primer cuatrimestre del quinto curso). Asimismo, los conocimientos adquiridos en la parte de construcción serán complementados por la asignatura de Fundamentos de Topografía (segundo cuatrimestre del cuarto curso), que solamente se imparte a los alumnos de la mención de Infantería de Marina.



### 13. CRONOGRAMA DE TODAS LAS ACTIVIDADES DOCENTES

Teniendo en cuenta las circunstancias y necesidades específicas del centro durante el curso 2020-2021, los contenidos de la asignatura se repartirán en 13 semanas. En la siguiente tabla se puede ver la programación temporal de todas las actividades previstas. El examen final de evaluación continua y el examen ordinario tendrán lugar a partir de la semana 13, según el horario oficial que publique el centro. Los alumnos que no superen la asignatura en la primera convocatoria (evaluación continua o examen ordinario), realizarán un curso intensivo de 15 horas, en el horario que publique el centro.

Tabla de DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE ACTIVIDADES								
Semana	Teoría		Laboratorio		Seminario		Evaluación y Refuerzo	
	Actividad	Horas	Actividad	Horas	Actividad	Horas	Actividad	Horas
Semana 1	T1, T2	4						
Semana 2	T2, T3,	3	PL1	2				
Semana 3	T4	3			S1	1		
Semana 4	T5	2	PL2	2			Prueba CT1	2
Semana 5	T6	2			S2	1		
Semana 6	T6,	2	PL3	2				
Semana 7	T6, T7	3			S3	1		
Semana 8	T7	3	PL4	2				
Semana 9	T8, T9	2			S4	1	Prueba CT2	2
Semana 10	T9	2	PL5	2				
Semana 11	T10	2			S5	1		
Semana 12			PL6	2	S6	1		
Semana 13			PL7	2	S7	1		



## **ANEXO: MODIFICACIONES EN CASO DE SITUACIONES EXTRAORDINARIAS QUE IMPLIQUEN LA SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA PRESENCIAL.**

### **6. CONTENIDOS**

Las prácticas de laboratorio PL1 y PL4 son presenciales, pues implican, respectivamente, la visita a diferentes edificios de la ENM y el montaje de modelos de estructuras sobre los cuales se deben realizar diferentes mediciones. En la medida de lo posible, estas tareas serán sustituidas por la resolución de ejercicios y/o casos prácticos que, con el apoyo de los medios audiovisuales oportunos, permitan al alumno alcanzar los objetivos fijados para dichas prácticas.

### **8. METODOLOGÍA DOCENTE**

Se añade una nueva metodología docente:

**Sesión magistral y/o sesión práctica virtual síncrona:** Se imparte a través de una plataforma de videoconferencia web. Cada aula virtual contiene diversos paneles de visualización y componentes, cuyo diseño se puede personalizar para que se adapte mejor a las necesidades de la clase. En el aula virtual, los profesores (y aquellos participantes autorizados) pueden compartir la pantalla o archivos de su equipo, emplear una pizarra, chatear, transmitir audio y vídeo o participar en actividades en línea interactivas (encuestas, preguntas, etc.).

### **10. EVALUACIÓN**

Las pruebas de evaluación se realizarían combinando la plataforma de teledocencia FAITIC-Moodle y el Campus Remoto de la Universidad de Vigo.