

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA<sup>1</sup>

Curso académico: 2022/2023

Identificación y características de la asignatura													
Código <sup>2</sup>	402145			Créditos ECTS	4.5								
Denominación (español)	Ingeniería Estructural												
Denominación (inglés)	Structural Engineering												
Titulaciones <sup>3</sup>	Máster Universitario en Ingeniería Industrial												
Centro <sup>4</sup>	Escuela de Ingenierías Industriales												
Semestre	2	Carácter	Obligatoria										
Módulo	Instalaciones, Plantas y Construcciones Complementarias												
Materia	Construcciones y Estructuras Industriales												
Profesor/es													
Nombre	Despacho			Correo-e					Página web				
Francisco de Asís Hipólito Ojalvo	D.0.8 Inv			fhipolito@unex.es					http://campusvirtual.unex.es				
Área de conocimiento	Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras												
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales												
Profesor coordinador <sup>5</sup> (si hay más de uno)	Francisco de Asís Hipólito Ojalvo												
Competencias <sup>6</sup> (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasMUII">http://bit.ly/competenciasMUII</a> )													
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias EFM	Marcar con una "X"	Competencias ET	Marcar con una "X"	Competencias EG	Marcar con una "X"	Competencias EI	Marcar con una "X"
CB6	X	CG1	X	CT1	X	CEFM1		CET1		CEG1		CEI1	X
CB7	X	CG2	X	CT2	X			CET2		CEG2		CEI2	X
CB8	X	CG3		CT3	X			CET3		CEG3		CEI3	X
CB9	X	CG4	X	CT4	X			CET4		CEG4		CEI4	
CB10	X	CG5		CT5	X			CET5		CEG5		CEI5	
		CG6		CT6	X			CET6		CEG6		CEI6	
		CG7		CT7	X			CET7		CEG7		CEI7	
		CG8	X	CT8	X			CET8		CEG8			
		CG9	X	CT9	X								
				CT10	X								
				CT11	X								
CET: Competencias específicas de tecnologías industriales CEG: Competencias específicas de gestión CEI: Competencias específicas de instalaciones, plantas y													

<sup>1</sup> En los casos de planes conjuntos, coordinados, intercentros, pceos, etc., debe recogerse la información de todos los títulos y todos los centros en una única ficha.

<sup>2</sup> Si hay más de un código para la misma asignatura, ponerlos todos.

<sup>3</sup> Si la asignatura se imparte en más de una titulación, consignarlas todas, incluidos los PCEOs.

<sup>4</sup> Si la asignatura se imparte en más de un centro, incluirlos todos

<sup>5</sup> En el caso de asignaturas intercentro, debe rellenarse el nombre del responsable intercentro de cada asignatura

<sup>6</sup> Deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

	CT12	X	construcciones complementarias CEFM: Competencias específicas de fin de máster
	CT13	X	
<p>CEI1: Capacidad para el diseño, construcción y explotación de plantas industriales.  CEI2: Conocimientos sobre construcción, edificación, instalaciones, infraestructuras y urbanismo en el ámbito de la ingeniería industrial.  CEI3: Conocimientos y capacidades para el cálculo y diseño de estructuras</p>			
<b>Contenidos</b>			
Breve descripción del contenido <sup>6</sup>			
<p>Aplicación de la normativa de obligado cumplimiento, de la Resistencia de Materiales y de la Teoría de Estructuras al cálculo y diseño de Depósitos, Acumuladores y Estructuras Metálicas Industriales.  Cálculo avanzado de estructuras industriales. Prácticas de cálculo de estructuras industriales con software comercial.  Dimensionamiento de construcciones industriales según la normativa de obligado cumplimiento y las tecnologías propias del entorno.</p>			
Temario de la asignatura			
<p>Denominación del tema 1: Introducción a las Estructuras Industriales</p> <p>Contenidos del tema 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación</li> <li>- Antecedentes</li> <li>- De la Mecánica de los Medios Continuos a la Ingeniería Estructural</li> <li>- ¿Qué es una Estructura? ¿Qué es una Construcción Industrial?</li> <li>- Clasificación</li> </ul> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prácticas de Problemas relativos al tema 1. (0.5 horas desarrollada dentro del Gran Grupo).</li> </ul>			
<p>Denominación del tema 2: Cálculo de Estructuras</p> <p>Contenidos del tema 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo Elástico. ¿Método de las Fuerzas ó Método de la Rigidez?</li> <li>- Cálculo de la Estabilidad</li> <li>- Introducción a la Teoría de la Plasticidad</li> <li>- Cálculo Plástico de estructuras.</li> <li>- Cálculo Dinámico de Estructuras. Vibración de estructuras. Cálculo Sísmico.</li> <li>- Cálculo con cargas dinámicas: Impacto</li> <li>- Cálculo con sólidos reales: Sólidos viscoelásticos, anisótropos y compuestos.</li> <li>- Cálculo de Uniones. Uniones atornilladas y remachadas. Uniones soldadas.</li> </ul> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Prácticas de Problemas relativos al tema 2. (6 horas desarrolladas dentro del Gran Grupo).</li> <li>-Práctica de Laboratorio 1: Cálculo plástico. Ensayo de un pórtico plano hasta su colapso plástico. Estimación de errores. (2 horas presenciales en el laboratorio D.0.18).</li> <li>-Práctica de Laboratorio-Ordenador 2: Cálculo plástico por ordenador de una estructura con STR. (2 horas presenciales en el Laboratorio D.0.18 y en el Aula de Ordenadores).</li> <li>-Práctica de Laboratorio 3: Cálculo de la frecuencia fundamental de vibración de un</li> </ul>			

pórtico plano. Ensayo dinámico. Estimación de errores. (2 horas presenciales en el laboratorio D.0.18).

-Práctica de Laboratorio-Ordenador 4: Cálculo de la frecuencia fundamental de vibración de un pórtico plano por ordenador. Estimación de errores. (1 hora presencial en el Laboratorio D.0.18 y en el Aula de Ordenadores).

### Denominación del tema 3: Cálculo y Diseño de Construcciones Industriales

Contenidos del tema 3:

- Naves Industriales
- Depósitos y Acumuladores
- Estructuras Metálicas Industriales

Descripción de las actividades prácticas del tema 3:

-Prácticas de Problemas relativos al tema 3. (5 horas desarrolladas dentro del Gran Grupo).

-Práctica de Laboratorio-Ordenador 5: Experiencia empresarial mediante visita a empresa constructora de naves industriales.(2 horas presenciales fuera de la Escuela).

-Prácticas de Laboratorio-Ordenador 6: Cálculo y Diseño de la viga carrilera y de las correas (1 hora presencial en el Laboratorio D.0.18 y en el Aula de Ordenadores).

-Prácticas de Laboratorio-Ordenador 7: Cálculo y Diseño de la estructura y cimentación de una nave industrial (2 horas presenciales en el Laboratorio D.0.18 y en el Aula de Ordenadores).

-Práctica de Laboratorio-Ordenador 8: Cálculo y Diseño de un depósito. (1,5 horas presenciales en el Laboratorio D.0.18 y en Aula de Ordenadores).

-Práctica de Laboratorio-Ordenador 9: Cálculo y Diseño de una estructura metálica Industrial. (1.5 horas presencial en el Laboratorio D.0.18 y en Aula de Ordenadores).

### Actividades formativas<sup>7</sup>

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	7	1.5+0.5						5
2	71	7+7		7				50
3	69	6+5		8				50
...								
<b>Evaluación<sup>8</sup></b>								
Act. Ev.1								
Act. Ev.2								
...								
Prueba Final	33	3						30
<b>TOTAL</b>		180		15				135

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

<sup>7</sup> Esta tabla debe coincidir exactamente con lo establecido en la ficha 12c de la asignatura.

<sup>8</sup> Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

**Metodologías docentes<sup>6</sup>**

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

<b>Metodologías docentes</b>	<b>Se indican con una "X" las utilizadas</b>
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	X
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	X
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	X
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).	X
5. Visitas técnicas a instalaciones.	X
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	X
7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	X
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	X
9. Formación en TICs y desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	X
10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	X
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc.	X

En las clases de grupo grande se llevarán a cabo lecciones y discusiones teóricas y resolución de problemas y supuestos teórico - prácticos. El alumno deberá tomar anotaciones manuscritas en papel. El uso de equipos informáticos o teléfonos móviles requerirá la previa aceptación del profesor.

Los seminarios se celebrarán dentro del espacio recogido en el horario para este tipo de actividades, y su calendario previsto será incluido en la agenda del semestre.

En las prácticas de laboratorio y de ordenador se realizarán ejercicios concretos sobre cálculo y diseño de construcciones industriales que pueden ser personalizados. El alumno deberá entregar una memoria de cada práctica junto con la resolución de los ejercicios concretos y enunciará unas conclusiones.

En el caso de que la convocatoria sea no presencial el examen se registrá por las pautas que establezca la universidad, pudiéndose sustituir las pruebas escritas por orales.

**Resultados de aprendizaje<sup>6</sup>**

Calcular y diseñar estructuras de construcciones industriales y estructuras auxiliares de instalaciones industriales.  
 Diseñar estructuras de depósitos de instalaciones industriales.  
 Adecuar la tecnología constructiva propia a las necesidades de la industria.

### Sistemas de evaluación<sup>6</sup>

#### **Objetivos específicos**

- OE1. Aplicar el Cálculo Elástico dando criterios para discernir el método más adecuado a seguir: Método de las Fuerzas ó Método de la Rigidez; utilizando la calculadora o el ordenador; conociendo las limitaciones.
- OE2. Introducir el cálculo de la Estabilidad de una Estructura y de una Construcción utilizando la calculadora o el ordenador.
- OE3. Describir la Teoría de la Plasticidad
- OE4. Plantear y formular el Cálculo Plástico de estructuras, calcularla con calculadora o con ordenador y desarrollar experiencias de laboratorio sobre colapso plástico de estructuras.
- OE5. Resolver el problema Dinámico de una estructura haciendo especial hincapié en las vibraciones estructurales y en el cálculo sísmico y desarrollar experiencias de laboratorio sobre la respuesta dinámica de una estructura.
- OE6. Aplicar el cálculo con cargas dinámicas y con sólidos reales a estructuras y construcciones avanzadas.
- OE7. Aplicar el cálculo de uniones atornilladas, remachadas y soldadas a estructuras y construcciones metálicas.
- OE8. Describir una Nave Industrial y aprender cómo se calcula y diseña.
- OE9. Describir los Depósitos y Acumuladores, aprender a calcularlos y a diseñarlos, y desarrollar experiencias de laboratorio sobre la respuesta mecánica de depósitos a presión.
- OE10. Calcular Estructuras Metálicas Industriales de todo tipo.

#### **Objetivos transversales**

- OT1. Profundizar en el conocimiento del mundo que nos rodea a partir de evidencias objetivas y la observación, desde un enfoque científico, ponderando la intuición.
- OT2. Aprender destrezas y estrategias para desechar factores accesorios frente a los determinantes en el análisis de un problema.
- OT3. Expresarse con rigor tanto oralmente como por escrito.
- OT4. Aprender a aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de situaciones y problemas prácticos multidisciplinares en Ingeniería Industrial.
- OT5. Aprender a trabajar en equipo.

#### **Criterios de evaluación**

Se valorará la destreza y el nivel de conocimiento, comprensión y aplicación mediante diversas actividades de evaluación que son preparadas conforme a los objetivos específicos (OE1-OE10) y trasversales (OT1-OT5) enumerados previamente en este apartado y a todas las competencias básicas, generales, trasversales y específicas de la asignatura.

En un ejercicio concreto se valorará positivamente en orden de importancia creciente:  
 C1. El alumno sabe identificar qué parcela del conocimiento o materia es la que ha de

aplicar.

C2. El alumno es capaz de escribir la teoría correcta que conduce a la solución del ejercicio.

C3. El alumno es capaz de aplicar los conocimientos teóricos correctos a la resolución del ejercicio propuesto.

C4. El alumno es capaz de explicar con todo detalle los pasos matemáticos y dibujos que se deben dar para llegar a la solución del ejercicio.

C5. El alumno ha formulado matemáticamente y realizado los dibujos del procedimiento correcto para llegar a la solución pero se ha equivocado en operaciones.

C6. El alumno ha llegado al resultado correcto justificadamente con la precisión debida.

C7. El alumno ha sido capaz de Calcular y diseñar estructuras de construcciones industriales y estructuras auxiliares de instalaciones industriales, de diseñar estructuras de depósitos de instalaciones industriales y de realizar informes, verificaciones y peritaciones de estructuras industriales.

Se tendrá en cuenta negativamente, al menos:

C8. No llegar al resultado correcto. Con mayor penalización si se trata de apartados relativos a la seguridad estructural como cálculos sobre la resistencia mecánica, rigidez y estabilidad.

C9. Cometer errores de concepto.

C10. El alumno no critica la solución cuando llega a un resultado absurdo (dimensiones incorrectas, orden de magnitud, ...).

C11. Expresiones que puedan dar lugar a un doble significado o no se entiendan o no sean matemáticamente correctas.

C12. Resultados y valores intermedios que no van acompañados de las unidades correspondientes.

C13. Falta de pulcritud y limpieza. Faltas de ortografía.

### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global</b>
1. Exámenes (examen final y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	0%-80%	70%	70%	70%
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%-80%	30%	30%	30%
3. Asistencia y aprovechamiento, en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%-20%			
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0%-30%			

### **Descripción de las actividades de evaluación**

a) Examen final: su peso en la calificación de la nota final es del 70%.

Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 2,8 sobre 10 en esta actividad de evaluación.

b) Prácticas de laboratorio/ordenador: su peso en la calificación de la nota final es del 30%.

La asistencia a dichas sesiones no es obligatoria. Esta actividad es no recuperable, es decir, no se podrá realizar en la convocatoria extraordinaria. No obstante, la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria se tendrá en cuenta para la convocatoria extraordinaria.

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Examen final: prueba escrita con cuestiones teórico/prácticas y/o problemas, con un peso en la calificación de la nota final del 70%.
- Examen de prácticas: preparación, ensayo/ejecución y verificación de prácticas de laboratorio/ordenador, con un peso en la calificación de la nota final del 30%.

### **Sobre los exámenes**

Los alumnos acudirán a los exámenes y a las prácticas con los elementos de cálculo y dibujo que se les haya especificado a lo largo del curso. Parte del examen podrá realizarse en el aula de examen en la que fueron convocados y parte en otras dependencias como aulas de informática, laboratorio, etc.

Los alumnos deberán acudir a los exámenes con los formularios que se indiquen por el profesor en las clases de grupo grande, los cuales podrán tener escritas anotaciones a mano del propio alumno.

Los exámenes, consistirán en la resolución de varios ejercicios tipo "problemas", "cuestiones" o "teoría" sobre los temas que abarque, incluidas las prácticas de laboratorio/ordenadores que proponen en bloque todos los profesores que imparten la asignatura. Las cuestiones pueden ser de tipo test, teóricas, o problemas de alcance reducido. Los profesores que imparten la asignatura proponen, evalúan y revisan los exámenes conjuntamente.

En el caso de que la convocatoria sea no presencial el examen se registrará por las pautas que establezca la universidad, pudiéndose sustituir las pruebas escritas por orales.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Guía de Clase**

Selección de Transparencias de lo expuesto por los profesores en las clases de Grupo Grande. (Disponible en el espacio virtual de la asignatura)

#### **Bibliografía Básica:**

- "Cálculo de Estructuras" por Ramón Argüelles Álvarez. 1981. Sección de Publicaciones de la ETS Ingenieros de Montes.
- "Cálculo Matricial de Estructuras" por E. Alarcón Álvarez et al. 1990. Editorial Reverté.
- "Construcciones Metálicas" por Fernando Rodríguez-Avial Azcúnaga. 6ª Edición. 1ª Reimpresión 1987. Editorial Bellisco.
- "Análisis de Estructuras: Teoría, Problemas y Programas" por Ramón Argüelles Álvarez et. al. 1996. Edita Fundación Conde del Valle de Salazar.
- "La Estructura Metálica Hoy" por Ramón Argüelles Álvarez. Editorial Bellisco. 2ª Edición 2ª Reimpresión 1987.
- "Cálculo de Estructuras Industriales" por Ignacio Herrera Navarro. Sección de Publicaciones de la ETS Ingenieros Industriales de Madrid. UPM.
- "Formulario y Tablas de Resistencia de Materiales". Por Ignacio Herrera Navarro. 2ª Edición. 2013. Editorial Bellisco.
- "Formulario y Tablas de Cálculo de Estructuras". Por Ignacio Herrera Navarro y Daniel Rodríguez Jorge. 2020. Editorial Bellisco.

### **Bibliografía Complementaria:**

- "Código Técnico de la Edificación" por Ministerio de Fomento. 2006. Editorial Tecnos.
- "Manual de Recipientes a presión Diseño y Cálculo" por Eugene F. Megyesy. 1985. Editorial Limusa.
- "Resistencia de Materiales" V.I.Feodosiev. 1997. Editorial URSS.
- "Resistencia de Materiales" por Luis Ortiz Berrocal . 2ª Edición. 2002. Editorial Mc. Graw Hill
- "Resistencia de Materiales I" por Ignacio Herrera Navarro. 2ª Edición. 2012. Editorial Bellisco.
- "Resistencia de Materiales II" por Ignacio Herrera Navarro. 2011. Editorial Bellisco.

### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

#### **Páginas web**

Espacio Virtual de la asignatura en el Campus Virtual: <http://campusvirtual.unex.es>  
Página web con contenidos docentes complementarios: <http://structural.es>