



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Arquitectura

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

33000485 - Proyecto Y Rehabilitación De Estructuras De Acero

PLAN DE ESTUDIOS

03BA - Master Universitario En Estructuras De La Edificacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	5
6. Cronograma.....	11
7. Actividades y criterios de evaluación.....	15
8. Recursos didácticos.....	18
9. Otra información.....	23

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	33000485 - Proyecto y Rehabilitación de Estructuras de Acero
No de créditos	9 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	03BA - Master Universitario en Estructuras de la Edificación
Centro responsable de la titulación	03 - Escuela Técnica Superior De Arquitectura
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Alejandro Bernabeu Larena	95	alejandro.bernabeu@upm.es	Sin horario. Consultar tutorías en el tablón del departamento
Jorge Conde Conde (Coordinador/a)	95	jorge.conde@upm.es	L - 10:30 - 14:30

Joaquin Francisco Antuña Bernardo	95	joaquinfrancisco.antuna@up m.es	L - 10:00 - 14:00
--------------------------------------	----	------------------------------------	-------------------

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

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Borja Cruz López	b.cruz@alumnos.upm.es	Programa de Doctorado en Estructuras de Edificación.
Sergio Santana Almeida	sergio.santana.almeida@upm.es	Programa de Doctorado en Estructuras de Edificación.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Estructuras de la Edificación no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Análisis de Estructuras
- Elasticidad y Plasticidad
- Manejo de programas básicos de ofimática (excel y word)
- Mecánica de Sólidos y Sistemas Estructurales
- Manejo a nivel usuario de software de análisis estructural
- Manejo de Autocad

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB09 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE13 - Capacidad para realizar el proyecto, dimensionado y validación de estructuras, piezas o componentes y uniones en acero y mixtas acero-hormigón tanto en obra nueva como en soluciones de rehabilitación, reparación y refuerzo.

CE21 - Capacidad para elaborar estrategias de proyecto y cálculo para los tipos estructurales más usuales, así como para estructuras espaciales complejas.

CE22 - Capacidad de establecer protocolos de revisión que reduzcan al mínimo los errores tanto en la fase de proyecto como en la de ejecución.

CE23 - Conocimiento de los procesos de construcción de estructuras habituales y capacidad para dirigir la obra de construcción o reparación de una estructura de edificación.

CG04 - Capacidad de trabajo autónomo: Que los estudiantes sean capaces de establecer prioridades, organizar el trabajo en el tiempo disponible, y trabajar bajo presión

CG06 - Capacidad de toma de decisiones, de asunción de responsabilidades en entornos complejos y de colaboración o liderazgo en marcos de trabajo cooperativo entre los diferentes actores presentes en el proceso edificatorio

CG09 - Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social o cultural

dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

CG11 - Capacidad para planificar y poner en práctica el proceso de proyecto de una estructura de edificación o de cualquiera de sus partes o elementos

CT02 - Colabora en o lidera, de manera eficaz, equipos de trabajo orientados a la solución de un proyecto.

CT04 - Organiza y programa el trabajo con el fin de obtener una mayor eficacia, asegurando el cumplimiento en plazo de los objetivos de este.

CT07 - Se adapta de manera ágil a entornos laborales cambiantes en el marco internacional.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA46 - Evaluar la huella de carbono de una solución estructural.

RA29 - Diseñar y evaluar la capacidad de las uniones en un esquema estructural.

RA26 - Diseñar esquemas estructurales adecuados a los problemas arquitectónicos y a las características generales y de detalle de la construcción metálica y mixta.

RA27 - Evaluar las solicitaciones en una determinada disposición estructural utilizando las técnicas más adecuadas.

RA28 - Dimensionar o verificar las secciones de un determinado esquema estructura para que resulten suficientemente resistentes, rígidas y robustas, incluyendo la incidencia de los fenómenos de inestabilidad en acero y mixtas a nivel de componente, pieza y conjunto.

RA25 - Conocer la tecnología básica del acero y las piezas y materiales disponibles en el mercado, incluyendo las técnicas de unión de piezas.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura comprende el análisis y dimensionado de las estructuras de acero y las estructuras mixtas de acero-hormigón para los tipos constructivos más habituales en estos materiales. Se realiza un énfasis especial en las uniones, que en estructuras de acero suelen ser elementos críticos. Se trata también el comportamiento de las estructuras de acero en zonas sísmicas. La última parte del curso está dedicada a la tecnología denominada 'steel frame', que por su facilidad constructiva y economía de medios ha cobrado gran importancia en los últimos años.

El curso combina aprendizaje tradicional con la metodología de aprendizaje basado en proyectos. La actividad medular del curso es el diseño de una estructura real en acero, trabajo que se acomete en grupo con un seguimiento intenso de los tutores. Las lecciones teóricas y prácticas se estructuran de acuerdo a las necesidades de avance del diseño. Se emplea asimismo abundante material audiovisual.

5.2. Temario de la asignatura

1. El acero en la construcción. Bases de cálculo.
 - 1.1. Introducción
 - 1.2. Conceptos generales.
 - 1.2.1. Empleo del acero en la construcción.
 - 1.2.2. Metalurgia básica
 - 1.2.3. Propiedades estructurales
 - 1.2.4. Productos comerciales
 - 1.3. Criterios de rotura.
 - 1.3.1. Tensión plana.
 - 1.3.2. Rotura dúctil y frágil.
 - 1.3.3. Factores de rotura frágil.
 - 1.3.4. Resiliencia y desgarro laminar
 - 1.3.5. Criterios de plastificación.
 - 1.4. Rotura bajo carga cíclica.
 - 1.5. Bases de cálculo y normativa vigente.

- 1.6. Historia de la construcción en acero.
- 1.7. Protección ante la corrosión.
- 1.8. Protección ante incendios.
2. Resistencia seccional.
 - 2.1. Introducción.
 - 2.2. Resistencia a flexión.
 - 2.3. Resistencia a corte.
 - 2.4. Resistencia a axil.
 - 2.5. Resistencia a torsión.
 - 2.6. Combinaciones e interacción de esfuerzos.
3. Piezas a flexión.
 - 3.1. Introducción.
 - 3.2. Piezas metálicas.
 - 3.2.1. Perfiles laminados
 - 3.2.2. Perfiles armados
 - 3.2.3. Canto variable
 - 3.2.4. Perforaciones en piezas de alma llena.
 - 3.2.5. Celosías trianguladas
 - 3.2.6. Celosías vierendeel
 - 3.3. Piezas mixtas
 - 3.4. Forjados mixtos de chapa colaborante
 - 3.5. Vibraciones.
4. Estabilidad
 - 4.1. Introducción
 - 4.2. Estabilidad de edificios
 - 4.2.1. Imperfecciones
 - 4.2.2. Análisis lineal y no lineal, primer y segundo orden
 - 4.2.3. Arriostramiento de edificios
 - 4.2.4. Método general del Eurocódigo 3.

4.3. Estabilidad de piezas

4.3.1. Pandeo de Euler.

4.3.2. Pandeo de piezas imperfectas.

4.3.3. Pandeo según Eurocódigo 3.

4.3.4. Estabilidad lateral de piezas a flexión

4.4. Estabilidad de componentes

4.4.1. Abolladura de chapas.

4.4.2. Cálculo con MEF de la abolladura.

4.4.3. Esbeltez de Euler.

4.4.4. Abolladura a cortante.

4.4.5. Abolladura según Eurocódigo 3.

5. Piezas a compresión.

5.1. Introducción.

5.2. Verificación de soportes según Eurocódigo 3.

5.2.1. Traslacionalidad

5.2.2. Longitud de pandeo.

5.2.3. Verificación de pandeo con flexión simple.

5.2.4. Verificación de pandeo con flexión esviada.

5.2.5. Verificación general.

5.3. Soportes metálicos.

5.3.1. Pilares laminados.

5.3.2. Combinaciones de piezas simples.

5.3.3. Pilares en celosía.

5.3.4. Perfiles empresillados.

5.4. Soportes mixtos.

5.4.1. Tipologías y condiciones constructivas.

5.4.2. Perfiles laminados embebidos.

5.4.3. Perfiles tubo rellenos.

5.4.4. Conexión en soportes mixtos.

6. Resistencia al sismo.

6.1. Introducción.

6.2. Comportamiento sísmico del acero.

6.3. Pórticos de nudos rígidos (pórticos resistentes a momento).

6.4. Pórticos con diagonales centradas.

6.5. Pórticos con diagonales excéntricas.

6.6. Sistemas de protección pasiva.

7. Medios de unión

7.1. Introducción.

7.2. Soldadura

7.2.1. Soldeo del acero.

7.2.2. Disposiciones constructivas

7.2.3. Resistencia

7.2.4. Representación gráfica

7.3. Tornillería

7.3.1. Generalidades sobre tornillería.

7.3.2. Tipos de tornillos y su comportamiento

7.3.3. Disposiciones constructivas

7.3.4. Resistencia

7.3.5. Representación gráfica

8. Conceptos generales sobre uniones

8.1. Introducción.

8.2. Generalidades sobre uniones.

8.2.1. Nudos simples, continuos y semicontinuos.

8.2.2. Resistencia, rigidez, capacidad de rotación.

8.2.3. Método de componentes.

8.2.4. Resistencia y rigidez de los casquillos (T-Stub).

8.2.5. Otras componentes.

8.3. Reparto de esfuerzos sobre las uniones

8.4. Tipología y mapa conceptual de las uniones en edificación.

9. Uniones simples

9.1. Introducción.

9.2. Uniones soldadas nominalmente articuladas

9.3. Uniones atornilladas con chapa lateral

9.4. Uniones atornilladas con angulares

9.5. Uniones atornilladas con chapa frontal flexible.

9.6. Uniones en arriostramientos

9.7. Uniones articuladas con pasadores.

9.8. Empalme de soportes sin flexión.

10. Uniones continuas

10.1. Introducción.

10.2. Conceptos.

10.3. Empalme frontal atornillado.

10.4. Empalme frontal atornillado mixto.

10.5. Unión frontal viga-pilar.

10.6. Uniones continuas con cubrejuntas.

11. Basas de soporte y otras uniones acero-hormigón.

11.1. Introducción.

11.2. Basas de pilares. Conceptos.

11.3. Cálculo de basas.

11.4. Capiteles para unión de losas a pilares metálicos.

11.5. Conexiones de vigas a piezas de hormigón.

11.6. Neoprenos y apoyos especiales.

12. Uniones de celosías

12.1. Introducción.

12.2. Uniones de celosías tubulares. Criterios prácticos.

12.3. Uniones de celosías con perfiles abiertos.

12.4. Uniones en celosías vierendeel.

13. Perfiles conformados en frío 1.

13.1. Concepto de entramado ligero. Bases de cálculo y normativa aplicable.

13.2. Aspectos constructivos. Detalles.

13.3. Cálculo de las uniones atornilladas.

13.4. Interacción con otros elementos constructivos.

13.5. Ejemplos de aplicación.

14. Perfiles conformados en frío 2

14.1. Secciones clase 4

14.2. Cálculo iterativo. Métodos avanzados.

14.3. Análisis mediante software.

14.4. Ejemplo de aplicación.

15. Perfiles conformados en frío 3.

15.1. Soluciones de forjado con perfiles conformados.

15.2. Estructura vertical y estabilidad.

15.3. Ejemplos de aplicación.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Lección 1: El acero en la construcción. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 1: Conceptos generales Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Proyecto tutelado: Explicación y formación grupos de trabajo. Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Tema 1: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	
2	<p>Lección 2: Resistencia seccional. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 2: Resistencia seccional. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>El acero y los ODS Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Tema 2: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	
3	<p>Lección 3: Piezas a flexión. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 3, parte 1: Organización constructiva y dimensionado de piezas a flexión. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Lección 3, parte 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Proyecto Tutelado: tutelas y exposiciones públicas. Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Tema 3: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p> <p>Práctica 1: planteamiento. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p>

4	<p>Lección 4: Estabilidad. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 3, parte 2: Organización constructiva y dimensionado de piezas en flexión. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 4: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
5	<p>Lección 5: Soportes. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 4, parte 1: Estabilidad y soportes. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 5: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
6	<p>Lección 7. Resistencia de los medios de unión. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 4, parte 2: Estabilidad y soportes. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Casos de Estudio 1 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p>Proyecto Tutelado: tutelas y exposiciones públicas. Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Tema 6: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p> <p>Práctica 2: Forjados TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 25:00</p>
7	<p>Lección 8. Uniones. Conceptos. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 5. Uniones, planteamiento conceptual. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 7: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>EVALUACIÓN 1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
8	<p>Lección 9. Uniones simples. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 6, parte 1: Uniones simples. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 8: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
9	<p>Lección 10 (parte 1). Uniones continuas. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 6, parte 2: uniones continuas. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 9: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p> <p>Práctica 3: Superestructura TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 30:00</p>

10	<p>Lección 10 (parte 2). Uniones continuas. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 6, parte 3: uniones continuas. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Casos de Estudio 2 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p>Proyecto Tutelado: tutelas y exposiciones públicas. Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Tema 10: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
11	<p>Lecciones 11 y 12. Basas y uniones acero-hormigón. Uniones de Celosías. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 7: Basas y uniones acero-hormigón. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 11: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
12	<p>Lección 6: Criterios sísmicos. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 8: Uniones en celosía. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Proyecto Tutelado: tutelas y exposiciones públicas. Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Tema 12: Complementos formativos en video. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p> <p>EVALUACIÓN 2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p>Práctica 4: Uniones y recopilatorio TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 30:00</p>
13	<p>13. Perfiles conformados 1. Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio 9: Perfiles conformados 1 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicio guiado EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
14	<p>14. Perfiles conformados 2 Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Casos de Estudio Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas</p>			

15	<p>15. Perfiles conformados 3 Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Proyecto Tutelado: tutelas y exposiciones públicas. Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>EVALUACIÓN 3 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p> <p>Práctica 5. Proyecto de Perfiles Conformados TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p>
16				
17				<p>EXAMEN ORDINARIO EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 05:00</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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
3	Práctica 1: planteamiento.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	5 / 10	CG06 CG11 CB08 CB10 CE22 CG04 CE23 CT02 CT04 CT07 CE13 CE21
4	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
5	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	CB10 CG11 CB08 CG04
6	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
6	Práctica 2: Forjados	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	25:00	15%	5 / 10	CG06 CG11 CB08 CB10 CE22 CG04 CG09 CE23 CB07 CB09 CT02

							CT04 CT07 CE13 CE21
7	EVALUACIÓN 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	5%	5 / 10	
8	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
9	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
9	Práctica 3: Superestructura	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	30:00	20%	5 / 10	CG11 CB08 CB10 CE22 CG04 CG09 CE23 CB07 CB09 CT02 CT04 CT07 CE13 CE21
10	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
11	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
12	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
12	EVALUACIÓN 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	5%	5 / 10	

12	Práctica 4: Uniones y recopilatorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	30:00	20%	5 / 10	CG11 CB08 CB10 CE22 CG04 CG09 CE23 CB07 CB09 CT02 CT07 CE13 CE21 CT04
13	Ejercicio guiado	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	1%	5 / 10	
15	EVALUACIÓN 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	5%	5 / 10	
15	Práctica 5. Proyecto de Perfiles Conformados	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	15%	5 / 10	CG06 CG11 CB08 CB10 CE22 CG04 CG09 CE23 CB07 CB09 CT02 CT04 CT07 CE13 CE21

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	EXAMEN ORDINARIO		No Presencial	05:00	100%	5 / 10	CB08 CB10 CE22 CG04 CG09 CE23 CB07 CB09 CT02 CT04 CT07 CE13

Steel Designers' Manual; AAVV; The Steel Construction Institute.	Bibliografía	Una guía completa al diseño estructural en acero, concisa y con numerosos ejemplos resueltos.
Estructuras de acero (2 Vols): Ramón Argüelles et al.	Bibliografía	Texto clásico actualizado al CTE que cubre todos los aspectos relativos al cálculo del acero.
La estructura metálica hoy; Ramón Argüelles; 5 vols.	Bibliografía	Un texto clásico de los años 70 y como tal un tanto obsoleto. No obstante, el tomo II contiene varios proyectos completos realizados con tecnología de la época. El tomo III contiene varios programas de dimensionado en lenguaje Basic.
Prontuario Ensidesa. Tomo 1.	Bibliografía	El prontuario más completo de estructuras metálicas. Este tomo presenta los valores estáticos de secciones (con mayor atención al cálculo elástico) así como conceptos fundamentales de resistencia de materiales y estructuras elementales.
Prontuario Ensidesa. Tomo 2	Bibliografía	Este tomo presenta las bases de cálculo y analiza el comportamiento de piezas ante sollicitaciones básicas: compresión, tracción, flexión. El tomo II** está enteramente dedicado a uniones.
Fundamentos para el cálculo y diseño de estructuras metálicas de acero laminado; Jaime Marco	Bibliografía	Un buen libro introductorio sobre acero, que reúne mucho material que habitualmente se encuentra disperso en varias fuentes.
Estructuras de acero en edificación; Constantino Hurtado et al.	Bibliografía	Un excelente texto muy actual. Enfocado más en los problemas conceptuales que en el cálculo pormenorizado.
Estructuras Metálicas para Edificación; José Monfort; 2 vols	Bibliografía	Un curso clásico de estructuras metálicas. Atención, ya que está basado en una versión obsoleta del Eurocódigo 3 por lo que algunos apartados no son ya válidos.

Construction Métallique; Manfred Hirt et al.	Bibliografía	Tomo 10 del Traité de Génie Civil editado por l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Muy didáctico y recomendable como introducción a estructuras de acero y mixtas. En francés.
Charpentes Métalliques; Manfred Hirt et al.	Bibliografía	Tomo 11 del Traité de Génie Civil editado por l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Dedicado a sistemas estructurales de edificios. Muy completo y didáctico. En francés.
Ponts en Acier	Bibliografía	Tomo 12 del Traité de Génie Civil editado por l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Dedicado a puentes de acero y mixtos, por lo que contiene información sobre problemas específicos: inestabilidad, abolladura, torsión, shear lag, etc.
Proyecto y construcción de puentes metálicos y mixtos; Luis Viñuela, José Martínez Salcedo	Bibliografía	Texto muy interesante por dos maestros en el tema, con énfasis en los aspectos específicos de éstos elementos: patch loading, conexión, comportamiento de los tableros, inestabilidad, abolladura, etc.
Manual de Uniones Atornilladas Laterales; J. Ortiz, J.I. Hernando, J. Cervera.	Bibliografía	Texto monográfico dedicado a uniones laterales atornilladas. El texto se acompaña con unas potentes hojas de cálculo que pueden descargarse en la página web de APTA.
Manual de uniones atornilladas frontales pretensadas; J. Ortiz, J.I. Hernando, J. Cervera.	Bibliografía	Texto monográfico dedicado a uniones frontales atornilladas. El texto se acompaña con unas potentes hojas de cálculo que pueden descargarse en la página web de APTA.
Guía para el apriete de uniones con tornillos pretensados; G. Capellán et al.	Bibliografía	Guía que describe los siempre problemáticos procedimientos de apriete de tornillos pretensados.

Protección y Durabilidad de las Estructuras de Acero; Pilar Navajas, Antonio López	Bibliografía	Manual APTA muy completo sobre un tema del que es difícil encontrar información fiable.
Plate Buckling in Bridges and other Structures; Bjorn Akesson	Bibliografía	Una buena introducción al fenómeno de abolladura en las estructuras de acero.
Ejercicios de Estructuras Metálicas y Mixtas, 4vols; Alejandro Bernabeu, Jorge Conde, Paula Fuentes.	Bibliografía	Recopilación de ejercicios resueltos de los temas 1 a 5 del módulo.
Guía de diseño perfiles tubulares, 8 vols; AAVV	Bibliografía	8 guías que recogen aspectos particulares de cálculo y constructivos de los perfiles tubulares de acero. Editadas en España por el ICT (Instituto de la Construcción Tubular).
Guía de Diseño para Estructuras en Celosía con perfiles tubulares de acero; AAVV	Bibliografía	Una buena guía paso a paso para resolver celosías de luces medias, con referencia a los programas disponibles en la página web del ICT.
Steel Detailers' Manual; Alan Hayward et al.	Bibliografía	Manual para detallado de estructuras metálicas, adaptado a las prácticas y tipologías habituales en el Reino Unido.
The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3; N.S. Trahair et al	Bibliografía	Un buen texto que cubre el diseño de piezas de acero de acuerdo al eurocódigo 3; contiene gran cantidad de información, si bien en ocasiones resulta algo escueto en las explicaciones.
Manual de Diseño de Estructuras de Acero; Roger Brockenbrough, Frederick Merrit.	Bibliografía	Un buen manual de acero con la enorme pega (para los europeos) de estar adaptado a la norma americana y en unidades imperiales (pulgadas, libras, etc).
Estructuras Metálicas, uniones. Francisco Quintero, Vicente Cudós.	Bibliografía	Un excelente manual dedicado a un tema sobre el que hay poca información.
Construcción mixta hormigón-acero; Julio Martínez Calzón, Jesús Ortiz	Bibliografía	Texto enciclopédico y seminal sobre las estructuras mixtas, muy bien organizado y con abundante información sobre comportamiento lineal y no lineal, detalles, y ejemplos construidos.

Estructuras mixtas para edificación; José Monfort	Bibliografía	Un texto sencillo para los conceptos básicos, aunque en un plano algo teórico.
Cálculo de las Estructuras de Acero frente al Incendio; Jesús Ortiz, Julia Villa	Bibliografía	Un interesante texto adaptado a las últimas tendencias de análisis frente a incendio.
Design of welded structures; Omer Blodgett	Bibliografía	Un excelente manual que cubre los aspectos esenciales de cálculo y diseño de estructuras soldadas. En unidades imperiales.
Ductile Design of Steel Structures. Bruneau, M. et al.	Bibliografía	Un texto muy completo sobre el comportamiento sísmico de las estructuras de acero.
Diseño Sismorresistente de Construcciones de Acero. Crisafulli, A.	Bibliografía	Texto en castellano sobre aspectos sismorresistentes de las estructuras de acero.
Design of steel structures for buildings in seismic areas. R. Landolfo et al.	Bibliografía	Un manual centrado en la aplicación del Eurocódigo 8 a las estructuras de acero.
Fire Design of Steel Structures. Franssen, J.M., Vila Real P.	Bibliografía	Este manual trata la verificación de estructuras de acero frente al incendio mediante los principios establecidos en la normativa europea.
Diseño de Estructuras de Acero. Simoés da Silva et al.	Bibliografía	Manual de diseño de estructuras de acero de acuerdo al Eurocódigo 3.
Design of cold-formed steel structures. Dubina, D., et al.	Bibliografía	Este libro cubre el diseño de perfiles de pequeño espesor de acuerdo con los principios del Eurocódigo 3, partes 1-3 y 1-5.
Cold-Formed Steel Design, Wei-Wen Y., LaBoube, R.	Bibliografía	Completo manual de cálculo y análisis de estructuras formadas con perfiles conformados en frío. Sigue las normas norteamericanas.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Dos de los profesores de la asignatura son miembros de la comunidad EELISA DISCOVERY de la Universidad Politécnica de Madrid. Dentro del compromiso de esta Comunidad con los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) de la agenda 2030 de la ONU, esta asignatura se centra en los siguientes:

11. Ciudades y Comunidades Sostenibles.

12. Producción y Consumo responsables.

13. Acción por el Clima.

El compromiso con los ODS se plasma en las siguientes competencias de la asignatura:

CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG09 - Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

Se intenta fomentar en los estudiantes el compromiso con los ODS y la mentalidad de que a través de su actividad profesional serán agentes activos importantes en el contexto de los tres ODS citados. Para ello:

- Se sensibiliza a los estudiantes hacia los ODS con una charla motivacional (segunda semana del curso).
- Se les familiariza con herramientas de medición del impacto medioambiental de su actividad, particularmente la huella de carbono y la huella ecológica.
- Se les pide que analicen sus propuestas de manera alternativa desde el enfoque de la sostenibilidad empleando estas u otras herramientas.
- Se les solicita que realicen una valoración crítica y sugieran posibles alternativas a sus propuestas mejorando algún aspecto relacionado con su sostenibilidad.

Para objetivar la evaluación se ha incluido el siguiente Resultado de Aprendizaje:

RA46 - Evaluar la huella de carbono de una solución estructural.

La valoración aproximada de las actividades relacionadas con los ODS en el contexto de la asignatura es de un 5%. Se trata de un porcentaje pequeño, fijado con carácter experimental, que se pretende incrementar en el futuro.