



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

45001312 - Hormigon Y Estructuras Metalicas

PLAN DE ESTUDIOS

04GC - Grado En Ingenieria Civil Y Territorial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	10
7. Actividades y criterios de evaluación.....	13
8. Recursos didácticos.....	18

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	45001312 - Hormigon y Estructuras Metalicas
No de créditos	9 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04GC - Grado en Ingenieria Civil y Territorial
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Manuel Alejandro Nicolas Pazo	Lab. de Estr.	manuelalejandro.nicolas@upm.es	J - 17:00 - 20:00
Gonzalo Sanz-Diez De Ulzurrun Casals	Sótano 2	g.ulzurrun@upm.es	L - 16:00 - 18:00 X - 16:00 - 18:00 V - 16:00 - 18:00

Borja Regulez Perez	Lab. de Estr.	borja.regulez@upm.es	L - 18:00 - 21:00
Miguel Ortega Cornejo	Lab. de Estr.	miguel.ortega@upm.es	L - 15:00 - 17:00
Alejandro Rafael Perez Caldentey (Coordinador/a)	Lab. de Estr.	alejandro.perezc@upm.es	J - 18:00 - 21:00 V - 18:00 - 21:00
Leonardo Todisco	Lab. de Estr.	leonardo.todisco@upm.es	J - 17:00 - 20:00 V - 17:00 - 20:00
Javier Pascual Santos	Lab. de Estr.	javier.pascual@upm.es	L - 12:00 - 14:00
Alvaro Serrano Corral	Lab. de Estr.	alvaro.serrano@upm.es	L - 11:00 - 13:00
Roman Ferreras Eleta	Lab. de Estr.	roman.ferreras@upm.es	J - 17:00 - 20:00 V - 17:00 - 20:00
Tomas Luis Ripa Alonso	Lab. de Estr.	tomasluis.ripa@upm.es	Sin horario.
Maria Mar Corral Domenge	Lab Estructuras	mar.corral.domenge@upm.es	V - 16:00 - 19:00

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Resistencia De Materiales
- Calculo De Estructuras
- Materiales De Construcción I
- Materiales De Construcción II

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Geometría descriptiva, Física, Química, Cálculo infinitesimal e integral, Mecánica, Informática

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CM22.1 - Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas, y capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.

CM22.2 - Capacidad de aplicación de la normativa comunitaria para el cálculo de detalles constructivos en estructuras de hormigón armado y en estructuras metálicas

CM45 - Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil (Desarrolla parcialmente la competencia transversal 3ª del R.D. 1393/2007).

4.2. Resultados del aprendizaje

RA39 - Aplica la normativa comunitaria para el cálculo de detalles constructivos en estructuras de hormigón armado y en estructuras metálicas.

RA40 - Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de la normativa comunitaria de estructuras de hormigón armado y de estructuras metálicas.

RA38 - Concibe, proyecta, construye y mantiene estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas a partir de los fundamentos de su comportamiento mecánico y resistente.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Clase de teoría:

El método de las clases teóricas se basa en el guión siguiente:

- a) Enunciado del tema objeto de estudio, su contexto, su importancia en el proyecto y la comprobación.
- b) Exposición de los fenómenos físicos implicados y de los resultados experimentales disponibles, lo que permite entender el fenómeno y las variables más importantes de las que depende.
- c) Tratamiento que da la normativa (Eurocódigos 2, 3 y 4) para el dimensionamiento y la comprobación, definiendo los límites de validez de las formulaciones propuestas y los criterios de análisis.
- d) En el caso de los temas más tecnológicos, se presentan también fotografías y esquemas de las soluciones disponibles en el mercado y más utilizadas.

La clase combina la proyección en pantalla de diapositivas con el desarrollo en la pizarra de casos concretos o de aspectos particulares. Dichas transparencias están disponibles para los alumnos vía Moodle.

Durante estas clases se fomentará la participación de los alumnos, preferiblemente al final de la presentación del profesor, para calibrar el nivel de comprensión de los alumnos y para realizar algunos ejemplos sencillos.

Dentro del programa de la asignatura se han dejado previstas, si las disponibilidades del calendario lo permiten, cuatro clases de 65 minutos que se asignarán, si es posible, a:

- a) Dos conferencias de especialistas externos de prestigio en el proyecto y construcción de estructuras de hormigón, metálicas y mixtas.
- b) Dos seminarios sobre temas específicos (por ejemplo: evolución y tendencias en el proyecto o construcción, control de calidad de materiales y de ejecución, etc.), en el ámbito de las estructuras de hormigón, metálicas y mixtas.

Clases prácticas:

Las clases prácticas se realizarán a partir del desarrollo expuesto en el apartado 8 del presente documento. Los ejercicios resueltos estarán igualmente disponibles vía Moodle.

Prácticas de laboratorio o de campo:

Se prevé realizar un viaje de prácticas a alguna obra, tanto de nueva planta como de rehabilitación, así como una visita a algún taller metálico y de ferralla, para que el alumno pueda situar el aprendizaje de las clases en el contexto general del proyecto y de la obra, valorando de primera mano el orden de magnitud de las dimensiones, de los pesos, de barras, chapas, procesos constructivos, etc. La experiencia muestra el alto valor pedagógico de estos viajes, de dos días de duración, aproximadamente. La visita al taller podrá realizarse en media jornada, fuera del horario lectivo del resto de asignaturas del curso.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas, resolviendo por su cuenta los ejercicios propuestos y consultando las dudas a los profesores en horario de tutoría. No está previsto realizar trabajos monográficos individuales.

Trabajo en grupo:

No se ha previsto redactar trabajos específicos en grupos de alumnos.

Tutorías:

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas

5.2. Temario de la asignatura

1. Capítulo I. Introducción a las estructuras metálicas y de hormigón estructural

1.1. Tema 1. Presentación del curso.

1.2. Tema 2. Breve historia de las estructuras metálicas y de hormigón (I)

1.2.1. Tema 2.1. La necesidad de construir. El hecho resistente. La lucha contra las tracciones o cómo zafarse de ellas. Recorrido por los materiales estructurales. Tipologías estructurales

1.2.2. Tema 2.2. El hierro y el acero desde finales del s. XVIII. El hormigón estructural: origen romano, moderno desde 1900 aprox. Ingenieros, constructores, obras y principales hitos.

2. Capítulo II. Características mecánicas de los materiales

2.1. Tema 3. Características mecánicas del acero estructural.

2.1.1. Resistencia a tracción y compresión, módulo de deformación longitudinal. Criterios de comprobación. Ductilidad. Relajación. Fatiga. Resiliencia y Soldabilidad. Productos de acero (perfiles y chapas).

2.2. Tema 4. Características mecánicas y reológicas del hormigón.

2.2.1. Hormigón: resistencia a tracción y compresión, módulo de deformación; fluencia y retracción. Armaduras pasivas y activas: resistencia a compresión y tracción; relajación; soldabilidad

2.3. Tema 5. Características mecánicas de las armaduras.

2.3.1. Armaduras pasivas: resistencia a compresión y tracción; soldabilidad; doblado. Tipos de aceros y productos

3. Capítulo III. Comportamiento básico de elementos estructurales

3.1. Tema 6. Comportamiento de vigas de acero.

3.1.1. Comportamiento elástico de las secciones. Comportamiento elasto-plástico. Efecto de la inestabilidad local de las chapas comprimidas. Diagrama momento-curvatura. Clasificación de las secciones metálicas. Rasante y flexión.

- 3.2. Tema 7. Comportamiento de vigas de hormigón con armaduras
 - 3.2.1. Comportamiento elástico antes de la fisuración del hormigón, estado I. Comportamiento lineal tras la fisuración, estado II. Comportamiento no lineal del acero o del hormigón o de ambos, estado III. Diagrama momento-curvatura.
- 3.3. Tema 8. Comportamiento de vigas mixtas de hormigón y acero estructural.
- 3.4. Tema 9. Comportamiento de elementos lineales comprimidos
 - 3.4.1. Nociones de efectos de 2º orden e inestabilidad de piezas comprimidas. Fenómeno físico y ecuación diferencial. Carga crítica de Euler. No linealidad geométrica. Diferencia de las piezas ideales con las piezas reales
- 3.5. Tema 10. Mecanismos de bielas y tirantes
 - 3.5.1. Regiones B y D. Mecanismos resistentes de bielas y tirantes.
- 4. Capítulo IV. Bases de proyecto
 - 4.1. Tema 11. Formatos de seguridad
- 5. Capítulo V. Cálculo elástico a flexión de secciones y elementos
 - 5.1. Tema 12. Análisis elástico de secciones y elementos metálicos y mixtos flectados (I)
 - 5.1.1. Tensiones normales bajo flexión uni y biaxial de secciones metálicas con eje de simetría. Método de la sección ideal en secciones mixtas. Cálculo de tensiones en vigas mixtas apeadas y no apeadas
 - 5.2. Tema 13. Análisis elástico de secciones y elementos metálicos y mixtos flectados (II)
 - 5.2.1. Método de la sección ideal a tiempo infinito. Efectos reológicos: fluencia y retracción. Efectos térmicos
 - 5.3. Tema 14. Análisis elástico de secciones y elementos metálicos y mixtos flectados (III).
 - 5.3.1. Tensiones tangenciales y su relación con las tensiones normales. Esfuerzos rasantes. Conexión. Centro de esfuerzos cortantes
 - 5.4. Tema 15. Análisis elástico fisurado de secciones y elementos de hormigón y mixtos
 - 5.4.1. Tensiones normales bajo flexión uni y biaxial de secciones metálicas con eje de simetría. Método de la sección ideal en secciones mixtas. Cálculo de tensiones en vigas mixtas apeadas y no apeadas
- 6. Capítulo IV. Estados límite de servicio
 - 6.1. Tema 16. Deformaciones. Razones para limitar las flechas, criterios de proyecto
 - 6.2. Tema 17. Fisuración. Razones para limitar la abertura de las fisuras. Criterios de proyecto
- 7. Capítulo VII. Estados límite últimos debidos a tensiones normales
 - 7.1. Tema 18. Secciones metálicas y mixtas.

7.1.1. Tipos de rotura. Dimensionamiento y comprobación de secciones metálicas y mixtas a axil y flector

7.2. Tema 19. Dimensionamiento y comprobación de secciones metálicas y mixtas a flexo-compresión.

7.2.1. Abolladura de chapas comprimidas. Consideración de los efectos de la esbeltez. Características de las secciones reducidas. Resistencia de secciones a flexocompresión

7.3. Tema 20. Secciones de hormigón armado.

7.3.1. Tipos de rotura. Diagramas de interacción N-M. Dimensionamiento y comprobación de secciones sometidas a flexocompresión. Diagrama de pivotes. Construcción del diagrama de interacción.

Propiedades

7.4. Tema 21. Dimensionamiento y comprobación de secciones rectangulares de hormigón armado sometidas a flexión simple

7.4.1. Diagrama de flexión (Momentos-Armadura). Disposición de armadura comprimida

7.5. Tema 22. Aspectos constructivos de las secciones de hormigón

7.5.1. Recubrimientos de las armaduras. Cuantías mínimas. Disposiciones de armado en vigas, losas y pilares.

7.6. Tema 23. Dimensionamiento y comprobación de secciones de hormigón armado sometidas a flexo-compresión recta y esviada

7.6.1. Planteamiento analítico. Fórmulas simplificadas

8. Capítulo VIII. Estados límite últimos frente a esfuerzos cortantes

8.1. Tema 24. Mecanismos resistentes frente a tensiones tangenciales en elementos metálicos y mixtos

8.1.1. Tema 24.1 Resistencia a cortante e interacción flector cortante. Abolladura de almas esbeltas. Rigidización

8.1.2. Tema 24.2. Esfuerzos rasantes en cálculo elástico y elastoplástico. Rasantes de alma. Conexión.

8.2. Tema 25. Mecanismos resistentes frente a tensiones tangenciales en elementos de hormigón (I)

8.2.1. Elementos de hormigón estructural con y sin armadura transversal. Mecanismos de bielas y tirantes. Casos especiales de cortante: rasantes y cargas colgadas

9. Capítulo IX. Estado límite último de inestabilidad

9.1. Tema 26. Consideración de los efectos de 2º orden. Fenómeno de inestabilidad de piezas comprimidas de acero (I)

9.1.1. Tema 26.1. El soporte ideal y el soporte real. Comprobación a pandeo de soportes metálicos simples y compuestos

9.1.2. Tema 26.2. Método de las imperfecciones equivalentes. Aplicación a pórticos traslacionales.

9.2. Tema 27. Consideración de los efectos de 2º orden. Fenómeno de inestabilidad de piezas comprimidas de hormigón (I)

9.2.1. Comportamiento de soportes de hormigón estructural. Procedimiento simplificado

10. Capítulo X. Uniones en estructuras metálicas

10.1. Tema 28. Uniones atornilladas

10.1.1. Tipos y comportamiento de uniones atornilladas. Reparto de esfuerzos. Uniones centradas y excéntricas. Dimensionamiento y comprobación

10.2. Tema 29. Uniones soldadas

10.2.1. Tipos y comportamiento de uniones soldadas. Reparto de esfuerzos. Uniones centradas y excéntricas. Dimensionamiento y comprobación

11. Capítulo XI. Estado límite de adherencia. Anclaje y empalme de armaduras

11.1. Tema 30. Mecanismos resistentes en la interfaz acero-hormigón

11.1.1. Adhesión, rozamiento, adherencia. Influencia de la posición de las barras, dispositivos de anclaje. Empalme de armaduras. Dispositivos de empalme

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Temas 1, 2 y 3 Duración: 04:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Ejercicios teórico-prácticos PE1-1 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10
2	Temas 4, 5, 6 y 7 Duración: 04:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicio 1 Duración: 02:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Temas 8 y 9 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicios 2 y 3 Duración: 04:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Ejercicios prácticos PE2-1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00
4	Temas 11 y 10 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicios 4 y 5 Duración: 04:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Temas 12 y 13 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicios 6, 7 y 8 Duración: 04:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	Temas 14 y 15 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicio 9 Duración: 02:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Ejercicios teórico-prácticos PE1-2 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10
7	Temas 16 y 17 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicio 10 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Conferencia			Ejercicios prácticos PE2-2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00

	Duración: 01:25 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Temas 18 y 19 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicios 11 y 12 Duración: 04:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9				Primer examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 04:00
10				
11	Temas 20 y 21 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicios 13 y 14 Duración: 04:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	Temas 22 y 23 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Seminario 1 Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Ejercicios teórico-prácticos PE1-3 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10
13	Tema 24 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicio 15 Duración: 02:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Conferencia Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Temas 25 y 26.1 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicios 16 y 17 Duración: 04:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Ejercicios prácticos PE2-3 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00
15	Tema 27 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicios 18, 19, 20, 21 Duración: 04:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Ejercicios teórico-prácticos PE1-4 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10

16	<p>Temas 26.2 y 27 Duración: 02:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios 22, 23, 24, 25 Duración: 04:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios prácticos PE2-4 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
17	<p>Tema 28, 29, 30 Duración: 04:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios 26 y 27 Duración: 02:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Segundo examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 04:00</p> <p>Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00</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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Ejercicios teórico-prácticos PE1-1	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	10%	/ 10	
3	Ejercicios prácticos PE2-1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	6 / 10	
6	Ejercicios teórico-prácticos PE1-2	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	10%	/ 10	
7	Ejercicios prácticos PE2-2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	6 / 10	
9	Primer examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	50%	5 / 10	CM22.2 CM45 CM22.1
12	Ejercicios teórico-prácticos PE1-3	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	10%	/ 10	
14	Ejercicios prácticos PE2-3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	6 / 10	
15	Ejercicios teórico-prácticos PE1-4	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	10%	/ 10	
16	Ejercicios prácticos PE2-4	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	6 / 10	

17	Segundo examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	50%	5 / 10	CM45 CM22.1 CM22.2
----	------------------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	--------------------------

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CM22.2 CM45 CM22.1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CM22.2 CM45 CM22.1

7.2. Criterios de evaluación

Mediante "evaluación continua"

Se realizarán, a lo largo del curso, cuatro tipos de pruebas de "evaluación continua", con el detalle que se indica a continuación para cada uno de dichos tipos.

PE1. Controles intermedios durante las clases teóricas (10%)

Descripción: Consiste en la realización individual de hasta cuatro ejercicios teórico-prácticos breves, tipo "test", dos por cada una de las dos partes de la asignatura, que permitan detectar el nivel de aprendizaje de los alumnos en las clases teóricas. Estos ejercicios se realizarán de forma individual por cada alumno. Cada prueba del tipo PE1 constará de cinco preguntas, cada una de ellas con cinco posibles respuestas. Sólo podrán ser realizadas por aquellos alumnos presentes en el aula (o en la sesión telemática) cuando se anuncia su realización.

Criterios de calificación: Se calificará globalmente de 0 a 10. Las respuestas correctas suman puntos. Las erróneas, restan. Los criterios de calificación se explicitan en cada prueba.

Momento y lugar: Se realizarán hasta cuatro ejercicios de este tipo, sin previo aviso, en la misma aula de las clases. La duración del ejercicio completo será de unos 10 minutos.

PE2. Controles intermedios durante las clases prácticas (10%)

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios, que se realizarán individualmente, para evaluar el nivel de conocimientos de los alumnos en las clases prácticas. Cada prueba, a resolver de forma individual por cada alumno, puede consistir en (1) dos ejercicios prácticos con datos aleatorios e individualizados, o (2) en varias ejercicios prácticos cortos, debiéndose señalar la solución correcta de entre las que se indican, justificando la respuesta en un espacio tasado.

La mitad de los ejercicios PE2 (PE2-1.1, PE2-2.1, PE2-3.1 y PE2-4.1) versará sobre los contenidos básicos de esta asignatura que están a disposición de los alumnos en Moodle. Dichos conocimientos básicos son tan importantes que sólo se podrá tener acceso al aprobado mediante "evaluación continua" si la media de los ejercicios PE2-1.1, PE2-2.1, PE2-3.1 y PE2-4.1 es mayor o igual a 6 (sobre 10), independientemente de las calificaciones de los ejercicios PE3 y PE4 (exámenes parciales). Ese criterio no rige para los exámenes finales PE5 (ordinario) y PE6 (extraordinario) que se describen más adelante.

Criterios de calificación: Se calificará globalmente de 0 a 10 y será la media de los ejercicios prácticos propuestos.

Momento y lugar: Se realizarán hasta cuatro evaluaciones de este tipo, programadas en el calendario de la asignatura, en el aula de exámenes, pero para todos los alumnos con el mismo formato en el horario de clases. La prueba constará de dos ejercicios de 30 minutos cada uno que se remitirá en el formato que se definirá en cada caso y a través de la plataforma Moodle.

PE3. Primer examen parcial (50%)

Descripción: Consiste en la realización de cuatro ejercicios, dos teóricos y dos prácticos, relativos a la parte de la asignatura tratada hasta el momento del examen. Cada ejercicio teórico podrá constar, de o bien cuatro preguntas para ser respondidas en un espacio tasado, o bien de un ejercicio tipo "test" como los de las pruebas PE1.

Los ejercicios prácticos, a resolver de forma individual por cada alumno, pueden consistir en (1) un ejercicio práctico con datos aleatorios e individualizados, o (2) en varias preguntas prácticas cortas, debiéndose señalar la

solución correcta de entre las que se indican, justificando la respuesta. Los enunciados de los ejercicios indicarán qué material de consulta puede utilizarse, en su caso.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valora de 0 a 10 y será la media de los ejercicios propuestos. A la parte teórica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE1 de esta parte de la asignatura. A la parte práctica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE2 de esta parte de la asignatura. Para aprobar este parcial será imprescindible haber obtenido 4 o más puntos en la parte teórica y 4 o más puntos en la parte práctica, con los criterios antedichos. Por tanto, la parte teórica o la parte práctica que haya sido puntuada con menos de 4 computará como 0. Los alumnos que obtengan una calificación mayor o igual que 5 aprobarán este parcial. Los alumnos que obtengan una calificación inferior a 5 en este examen parcial deberán examinarse en el examen final de la parte correspondiente.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

PE4. Segundo examen parcial (50%)

Descripción: Igual que el primer examen parcial, pero relativo a la parte de la asignatura tratada desde el primer examen parcial hasta el final.

Criterios de calificación: Idénticos a los del primer parcial (PE3).

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

PE5. Examen final (50% o 100%)

Descripción: Consta de dos partes. Cada parte consiste en la realización de dos ejercicios (uno teórico y uno práctico). La primera parte corresponde a la materia tratada en el primer examen parcial y la segunda parte a la materia tratada en el segundo examen parcial. Cada parte del examen final debe ser realizada obligatoriamente por los alumnos que hayan obtenido una nota inferior a 5 en el examen parcial correspondiente.

El formato de los ejercicios teóricos será como el indicado en los exámenes parciales. Lo mismo cabe decir de los ejercicios prácticos.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios del examen. A la parte teórica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE1 de esta parte de la asignatura. A la parte práctica del examen, si es mayor o igual que 4, se sumará la nota de los controles intermedios PE2 de esta parte de la asignatura. Por tanto, la parte teórica o la parte práctica que haya sido puntuada con menos de 4 computará como 0. Para aprobar la parte del examen correspondiente a cada parcial será imprescindible haber obtenido una calificación igual o superior a 5. El peso del examen en la nota final será del 50% para los alumnos que realicen sólo una parte y del 100% para los que realicen las dos.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Tendrá el mismo formato que se ha indicado para los alumnos de evaluación continua (PE5) en la convocatoria ordinaria. Si se trata de convocatoria extraordinaria (PE6), el examen constará de dos partes. Cada parte consistirá en la realización de un ejercicio teórico y uno práctico, no necesariamente correspondientes a cada una de las dos partes del curso. El formato de los ejercicios teóricos y prácticos será idéntico al indicado para la prueba PE5.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La calificación de cada examen será la media aritmética de las notas de sus ejercicios. La calificación final será la media de la parte teórica y de la parte práctica. Si la calificación de la parte teórica o de la parte práctica es inferior a 5, computará como cero en la media. Al tratarse de una valoración de "sólo prueba final" no se aplicarán los incrementos de las pruebas PE1 ni PE2, ni se conservarán las notas de los parciales PE3 y PE4, cualesquiera que sean sus valores.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. La convocatoria establecerá el *modus operandi*.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Calavera, J. "Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón para edificios". Editado por INTEMAC. Madrid, 1984.	Bibliografía	
Corres, H.; Martínez, J.L.; Pérez A. ; López J.C. "Prontuario Informático del Hormigón Armado" v 3.0. IECA. Madrid, 2001 Valiente, A. Dinámica (51 problemas útiles), García-Maroto Editores, 2011	Bibliografía	Programa informático y manual que permite el cálculo de estructuras de hormigón.
G ^a . Meseguer, A.; Morán, F.; Arroyo, J.C. "Hormigón Armado. Jiménez Montoya". Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2009	Bibliografía	
Leonhardt, F.; Mönnig, E. "Estructuras de Hormigón Armado". Ed. El Ateneo. Buenos Aires, 1985.	Bibliografía	
Park, R.; Paulay, T. "Estructuras de Concreto Reforzado" Ed. Limusa. México, 1979	Bibliografía	
Millanes, F. "La flexión en Estructuras Metálicas". Apuntes de 5º curso. E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.	Bibliografía	
Millanes, F. "Introducción a las Estructuras Mixtas". Apuntes de 5º curso E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid	Bibliografía	

Viñuela Rueda, L; Martínez Salcedo, J. "Proyecto y Construcción de Puentes Metálicos y Mixtos". Editado por APTA. Madrid, 2009	Bibliografía	
Hurtado Mingo, C. y otros. "Estructuras de Acero en Edificación". Editado por APTA. Madrid, 2008.	Bibliografía	
Hirt, M.A.; Bez, R. "Construction Métallique". Traité de Génie Civil (vol. 10). École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Editado por Presses Polytechniques Universitaires Romandes. Lausanne, 2001	Bibliografía	
Simões da Silva, L y otros. "Design of Steel Structures: Eurocode 3. Part 1-1". ECCS Eurocode Design Manuals. Editado por Ernst&Sohn. Berlin 2010	Bibliografía	
Gardner, L.; Nethercot, D.A. "Designers guide to EN 1993-1-1". Eurocodes Expert & The Steel Construction Institute. Editado por Thomas Telford. Londres, 2005	Bibliografía	
Laboratorio de Estructuras	Equipamiento	
Rui-Wamba, J. Teoría unificada de estructuras y cimientos. Ed. Reverté. 2020.	Bibliografía	
Simões da Silva, L. Simões, Gervásio, H. Fernández, J. y Bellod, J.L. Diseño de estructuras de acero. Eurocódigo 3. Parte 1-1 - Reglas Generales y Reglas para Edificios. Ed. Bellisco. 2020.	Bibliografía	

<p>Pérez Caldentey, A.; Fernández-Espartero, Rodríguez-Barbero, I. "Prontuario Informático de las Estructuras Metálicas y Mixtas". APTA 2009</p>	<p>Bibliografía</p>	<p>Manual y programa informático para hacer todo tipo de cálculos de estructuras metálicas y mixtas. El programa también permite el análisis en tensiones normales de secciones de hormigón armado o pretensado. Cálculos según Eurocódigos 2, 3 y 4.</p>
--	---------------------	---