



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

**35002002 - Proyecto De Estructuras**

### PLAN DE ESTUDIOS

03AQ - Grado En Fundamentos De La Arquitectura

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	6
6. Cronograma.....	10
7. Actividades y criterios de evaluación.....	14
8. Recursos didácticos.....	21
9. Otra información.....	23

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	35002002 - Proyecto de Estructuras
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Quinto curso
<b>Semestre</b>	Noveno semestre Décimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	03AQ - Grado en Fundamentos de la Arquitectura
<b>Centro responsable de la titulación</b>	03 - Escuela Técnica Superior De Arquitectura
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Maria Belen Orta Rial (Coordinador/a)	3.11	belen.orta@upm.es	Sin horario. A demanda solicitando cita previamente al profesor.
Carlos Enrique Olmedo Rojas	3.13	carlosenrique.olmedo@upm. es	Sin horario. A demanda solicitando cita previamente al profesor

Jacinto Ruiz Carmona	3.13	jacinto.ruiz@upm.es	Sin horario. A demanda solicitando cita previa al profesor.
Laura Gonzalo Calderon	3.14	la.gonzalo@upm.es	Sin horario. A demanda solicitando cita previa al profesor.

\* 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
Nuevo Profesor	a@upm.es	UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Curvas Y Superficies
- Estructuras 1
- Fisica De Las Construcciones
- Estructuras 2
- Estructuras 3
- Mecanica Del Suelo
- Geometria Afin Y Proyectiva
- Calculo
- Mecanica Fisica

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

- El alumno debería haber alcanzado el nivel correspondiente a la superación de Construcción 3
- El alumno debería haber alcanzado el nivel correspondiente a la superación de Proyectos 8

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

- CE 11 - Conocimiento aplicado del cálculo numérico, la geometría analítica y diferencial y los métodos algebraicos.
- CE 12 - Capacidad para concebir, calcular, diseñar, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar estructuras de edificación.
- CE 15 - Aptitud para concebir, calcular, diseñar, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar soluciones de cimentación.
- CE 17 - Aptitud para aplicar las normas técnicas y constructivas.
- CE 18 - Aptitud para conservar las estructuras de edificación, la cimentación y obra civil.
- CE 24 - Conocimiento adecuado de la mecánica de sólidos, de medios continuos y del suelo, así como de las cualidades plásticas, elásticas y de resistencia de los materiales de obra pesada.
- CE 38 - Capacidad para intervenir en y conservar, restaurar y rehabilitar el patrimonio construido.
- CE 60 - Conocimiento de la reglamentación civil, administrativa, urbanística, de la edificación y de la industria relativa al desempeño profesional.
- CE 7 - Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y al urbanismo de los principios de la mecánica general, la estática, la geometría de masas y los campos vectoriales y tensoriales
- CG 11. - Razonamiento crítico
- CG 12. - Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar
- CG 13. - Trabajo en equipo
- CG 16. - Intuición mecánica
- CG 17. - Resolución de problemas
- CG 18. - Trabajo en colaboración con responsabilidades compartidas

CG 19. - Capacidad de gestión de la información

CG 20. - Uso de tecnologías de la información y las comunicaciones y conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio

CG 24. - Comprensión numérica

CG 25. - Adaptación a las nuevas situaciones

CG 4. - Capacidad de análisis y síntesis

CG 5. - Toma de decisiones

CG 6. - Imaginación

CG 8. - Capacidad de organización y planificación

CG 9. - Motivación por la calidad

## **4.2. Resultados del aprendizaje**

RA12 - El alumno será capaz de analizar la documentación encontrada para extraer la información relevante para su estudio

RA31 - Conocimiento y resolución de Estructuras de hormigón armado, in situ y prefabricado.

RA312 - El alumno aprenderá a tener una visión crítica de los documentos de proyecto de una estructura en base a la actual normativa.

RA34 - Conocimiento y resolución de Forjados unidireccionales.

RA33 - Conocimiento y resolución de Sistemas de estructuras ligeras.

RA313 - Capacidad de comunicación con otros técnicos que intervendrán en el proceso de revisión y ejecución de la estructura

RA36 - Conocimiento y resolución de Rampas, escaleras. (Fijas y móviles) y Ascensores.

RA282 - RA139 - Adquisición de destrezas para el análisis de las condiciones de equilibrio de los sistemas materiales y para el cálculo de las fuerzas a las que están sometidos

RA278 - RA13 - El alumno será capaz de entender y explicar la incidencia de las cuestiones técnicas, funcionales y formales en el conjunto de la obra de arquitectura

RA142 - Obtención de una visión general de los fundamentos físicos de la resistencia de materiales y el análisis de estructuras

RA147 - Comprender y saber describir correctamente las propiedades físicas y mecánicas de los materiales. Conocer los equipos y ensayos de laboratorio para su obtención. Su comprobación en obra. Conocimiento de la normativa de ensayo y de control de calidad de las propiedades de los materiales de construcción.

RA139 - Adquisición de destrezas para el análisis de las condiciones de equilibrio de los sistemas materiales y para el cálculo de las fuerzas a las que están sometidos

RA134 - Conocer los tipos de edificios de grandes dimensiones

RA291 - RA117 - Capacidad de iniciar los procesos gráfico-proyectuales

RA135 - conocer los tipos de edificios en altura y sus condicionantes

RA175 - Conocimiento de los tipos estructurales convencionales en hormigón y acero, de su comportamiento y sus campos de aplicación.

RA179 - Capacidad para la realización de la documentación de proyecto de ejecución de estructuras convencionales de edificación, con la especificación necesaria para su construcción, incluyendo su geometría general y de detalle y despiece así como la especificación de materiales y sus cualidades y parámetros de empleo.

RA178 - Capacidad para el modelado de estructuras de edificación de tipos convencionales, su análisis aproximado, y para la comprobación del cumplimiento de los requisitos de aplicación, tanto globales como en elementos aislados y en sus uniones.

RA176 - Capacidad para la concepción y para la propuesta y definición justificada de soluciones estructurales convencionales completas para edificación en hormigón, acero y madera, en sus aspectos globales y de detalle.

RA177 - Capacidad para la caracterización de las acciones sobre las edificaciones convencionales, así como de los requisitos de estabilidad, resistencia, rigidez y durabilidad, etc. de acuerdo a la normativa europea.

RA148 - Conocimiento de las materias primas y de los procesos de fabricación de los materiales de construcción, en relación con el coste y análisis de su ciclo de vida. Comprender los criterios de sostenibilidad, preservación del medio ambiente, valorización y reutilización de residuos.

RA311 - Capacidad de lectura de planos y documentación de proyecto de estructuras.

RA308 - Capacidad de modelizar los tipos estructurales convencionales en hormigón, acero y madera, entender su comportamiento y sus campos de aplicación.

RA136 - Conocer las condiciones básicas de la sostenibilidad en arquitectura

RA310 - Capacidad para la caracterización de las acciones sobre las edificaciones convencionales, incluyendo acciones accidentales (incendio y sismo), de acuerdo a la normativa española.

RA32 - Conocimiento y resolución de Estructuras reticulares de acero.

RA35 - Conocimiento y resolución de Forjados bidireccionales, losas macizas y aligeradas, prefabricadas, de chapa colaborante.

RA309 - Capacidad de realizar del proyecto de estructuras a nivel de proyecto de ejecución. Producción de los planos generales y de detalle. Justificación de las soluciones adoptadas.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se estructura de acuerdo a los OBJETIVOS del PLAN, a saber:

Estrategia de toma de decisiones en la definición del sistema estructural. Desarrollo del sistema estructural a nivel de proyecto de ejecución. Capacitación para la realización del proyecto de ejecución de estructuras.

La asignatura trata de recorrer de forma integrada todos los procesos de proyecto: concepción, análisis y validación de propuestas de estructuras, así como los de producción y evaluación crítica de la documentación técnica requerida para la construcción de la estructura proyectada.

Por tanto tiene dos objetivos principales: Por una parte, proporciona la formación necesaria y estrategias para saber tomar decisiones en la definición del sistema estructural de edificación y elaboración de la documentación del proyecto y su justificación, es lo que se denomina **el proyecto de la estructura**. El segundo objetivo, **la estructura en el proyecto**, presenta al alumno un conjunto básico de conceptos que trascienden los empleados en el análisis, de utilidad para caracterizar el comportamiento estructural a partir de sus parámetros de forma, lo que facilita la incorporación de la solución estructural en la exploración geométrica correspondiente a las primeras fases de concepción de todo proyecto.

Proyectar estructuras implica concebirla, ligar la estructura a la forma del edificio, entendiendo su comportamiento, tratando que los conceptos estructural y arquitectónicamente sean coherentes y sensatos desde el punto de vista estructural. Por otra parte hay que justificar las decisiones de manera normalizada. Dado que el agente que proyecta el edificio no es la misma que la que lo construye, habitualmente una organización compleja, debe quedar documentado, esta documentación es el conjunto de instrucciones para que otro lo construya (planos de ejecución).



La teoría del proyecto de estructuras (estructura en el proyecto) trata de racionalizar el proceso de diseño mediante análisis de soluciones genéricas, especialmente en la toma de decisiones en las primeras etapas del proceso de diseño, arquitectónico y estructural. Interesa saber si algo no muy preciso (trazo) es válido desde el punto de vista estructural. Se trata de decisiones con potencia, que se toman en fases iniciales del proyecto que tienen muchas implicaciones después y, si luego, hay que cambiarlas altera el proyecto de manera sustancial por lo que interesa integrarlas pronto y con eficacia. Esta teoría obtiene reglas que permiten llegar en el menor tiempo y al menor coste a soluciones razonables. Al final del proceso será precisa una etapa de diseño específico y de definición constructiva. La realidad es geométrica en gran medida (luces, cantos, desplazamientos, cargas en función de áreas, etc.), las cualidades mecánicas de los materiales de mayor relevancia también lo son, las herramientas en etapas iniciales son geométricas (croquis, dibujos, etc.) por lo que es interesante incluir reflexiones de tipo geométrico en función del tipo de estructura (pisos, cubierta, etc.).

Dentro de un marco de autonomía metodológica para cada profesor, el curso se desarrolla fundamentalmente a través de la redacción dirigida y tutelada de proyectos concretos para tipos convencionales de edificación. El curso abordará entre 1 y 3 trabajos de acuerdo al siguiente orden (el nivel de profundidad en cada trabajo depende del número total de ellos debiendo alcanzarse los Indicadores de logros establecidos más adelante):

- Viviendas, oficinas o escuelas, de Hormigón y/o Acero;
- Gran superficie o polideportivo de ACERO y/o MADERA (cubierta y grandes fachadas)
- Rehabilitación. Peritaje y refuerzo de MADERA y ACERO (sobre edificaciones de inicios del S XX: 1900-1930)
- Estructura Espacial, radial, o singular de MADERA y/o ACERO

En el caso de desarrollarse un único proyecto de estructuras, se tratará de un caso de los dos primeros tipos

El primer proyecto se puede basar en un proyecto arquitectónico desarrollado previamente por cada alumno. En este caso, la propuesta de proyecto debe hacerse al profesor en la primera semana del curso para su aceptación expresa. Dicho proyecto, de acuerdo a las conversaciones mantenidas entre los Departamentos de Estructuras y Construcción, puede servir de base única para los desarrollos prácticos previstos en las asignaturas 2001 Proyecto de Sistemas Constructivos, (2002 Proyecto de Estructuras) 2003 Proyecto de Instalaciones y 1903 Arquitectura Legal.

**Cada profesor desarrollará una versión detallada del cronograma** aplicable a su grupo, incluyendo actividades, trabajos a realizar, fechas de entrega previstas y forma y pesos de la evaluación.

Puede haber fases de trabajo de los estudiantes en equipos, pero los siguientes indicadores deben poder acreditarse individualmente:

Indicadores de Logros.

IN 01. Haber realizado al menos 15 planos del proyecto original de una estructura convencional, de los cuales, al menos los 7 últimos han alcanzado calidad profesional (están en la media de los aceptables para una Oficina de Control Técnico de Proyectos)

IN 02. Haber realizado correctamente el análisis, la verificación, y la documentación correspondiente al proyecto de ejecución de al menos 2.000 m<sup>2</sup> de estructuras convencionales, (Incluye tanto la documentación escrita --memorias descriptivas y anejos de cálculo-- como la gráfica: planos).

IN 03. Ser capaz de proponer, validar y documentar de forma autónoma una estructura convencional para un edificio de tamaño reducido en un tiempo limitado.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Objetivos del curso. Resultados esperados. Metodología del curso y método de trabajo. Método de evaluación
2. Metodología de proyecto. Marco normativo y fuentes documentales. Procesos de concepción, validación / justificación y documentación / comunicación. Evolución histórica y casos de procesos de diseño o proyecto a lo largo de la historia.
3. Estructuras de pisos. Tipos porticados, forjados y losas.
  - 3.1. Decisiones sobre tipo, organización, modulación y predimensionado de estructura frente a carga vertical y horizontal.
  - 3.2. Determinación de cargas convencionales, y casos singulares. Hipótesis o combinaciones de carga, envolventes de esfuerzos y proyecto de capacidades.
  - 3.3. Armados de planta, huecos, bordes, enlaces.
  - 3.4. Proyecto de la estructura para trasladar cargas verticales y horizontales. Soportes, arriostramientos.
  - 3.5. Proyecto de elementos de cimentación.
4. La estructura en el proyecto 1: teoría de diseño de estructuras.
  - 4.1. Materiales estructurales.
  - 4.2. Alcance estructural.
  - 4.3. Peso propio y estabilidad.
5. La estructura en el proyecto 2: Reglas de proporción en estructuras adinteladas
6. La estructura en el proyecto 3: Trabajo estructural. Cantidad de estructura. Teoremas de Maxwell y Mitchel. Estructura mínima.

- 6.1. Costes en estructuras a flexión: vigas, arcos, cerchas.
- 7. Estructuras ligeras y naves.
  - 7.1. Cargas. Rigidez, estabilidad y arriostramiento: efectos de segundo orden local y global.
  - 7.2. Toma de decisiones para tipos en flexión: correas, vigas, cerchas... módulos... y para sistemas de estabilidad horizontal.
- 8. Fachada/Estructura. Cargas. Coacciones y compatibilidad de movimientos.
- 9. Proyecto y análisis avanzado
  - 9.1. Situación accidental: incendio; conceptos básicos, procedimiento de cálculo.
  - 9.2. Situación accidenta: sismo; conceptos y parámetros básicos.
  - 9.3. Estructuras espaciales y efectos de anillo. Trazados funiculares en alzado y planta.
    - 9.3.1. Tipología de estructuras de cubierta de medias y grandes luces.
  - 9.4. Rehabilitación / reutilización de edificios antiguos.
    - 9.4.1. Daños y carencias habituales
    - 9.4.2. Soluciones habituales en refuerzos de cimiento, estructura vertical, forjados y ciberatas.
  - 9.5. Uniones: Concepción y evaluación. Resistencia y rigidez completa o parcial. Tipos. Modos de rotura y modelos de análisis. Casos típicos en hormigón, madera, acero y mixtos.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto, en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
2	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto, en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
3	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto, en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
4	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto, en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>

5	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto, en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
6	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto, en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
7				<p><b>Presentación de proyectos, 1ª Fase</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 05:00</p>
8	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
9	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
10	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>

11	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
12	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
13	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Avance en el proceso de proyecto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Correcciones públicas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Trabajo de proyecto en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
14				<p><b>Presentación de proyectos, Fase final</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 05:00</p>
15				<p><b>Examen individual</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
16	<p><b>Evaluación del curso</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
17				<p><b>Evaluación global. Se puede requerir e la realización de actividades o pruebas obligatorias en el periodo docente para superar la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso

derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	2%	4 / 10	CG 4. CG 9. CG 17. CE 12 CE 15
1	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
2	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
2	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
3	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
3	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
4	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
4	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	



5	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
5	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
6	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
6	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
7	Presentación de proyectos, 1ª Fase	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	05:00	5%	1 / 10	CG 5. CG 4. CG 6. CG 8. CG 9. CG 11. CG 12. CG 17. CE 12 CE 15 CE 60 CG 13. CG 16. CG 18. CG 19. CG 20. CE 7 CE 11 CE 17 CE 38
8	Trabajo de proyecto en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	4 / 10	
8	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
9	Trabajo de proyecto en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	

9	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
10	Trabajo de proyecto en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
10	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
11	Trabajo de proyecto en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
11	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
12	Trabajo de proyecto en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
12	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
13	Trabajo de proyecto en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
13	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
14	Presentación de proyectos, Fase final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	05:00	5%	1 / 10	CG 5. CG 4. CG 6. CG 8. CG 9. CG 11. CG 12. CG 13. CG 16. CG 17. CG 18. CG 19. CG 20. CG 24. CG 25. CE 7

							CE 11 CE 12 CE 15 CE 17 CE 18 CE 38 CE 60 CE 24
15	Examen individual	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	20%	4 / 10	CG 5. CG 4. CG 6. CG 8. CG 9. CG 11. CG 12. CG 13. CG 16. CG 17. CG 18. CG 19. CG 20. CE 7 CE 11 CE 12 CE 15 CE 17 CE 38 CE 60

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación global. Se puede requerir e la realización de actividades o pruebas obligatorias en el periodo docente para superar la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG 5. CG 4. CG 6. CG 8. CG 9. CG 11. CG 12. CG 13. CG 16. CG 17. CG 18. CG 19. CG 20. CG 24. CG 25. CE 7 CE 11 CE 12 CE 15 CE 17 CE 18

											CE 24
											CE 38
											CE 60

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
No se liberan partes del temario de la asignatura de cara a esta prueba. El examen exigirá resolver el diseño justificado, la evaluación crítica, y la documentación de proyecto de la estructura de una obra arquitectónica.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG 5. CG 4. CG 6. CG 8. CG 9. CG 11. CG 12. CG 13. CG 16. CG 17. CG 18. CG 19. CG 20. CG 24. CG 25. CE 7 CE 11 CE 12 CE 15 CE 17 CE 18 CE 24 CE 38 CE 60

## 7.2. Criterios de evaluación

El estudiante puede aprobar por dos procedimientos, evaluación progresiva y evaluación global.

### **Evaluación progresiva:**

Para aprobar debe obtenerse una nota del curso superior a 5, que incluya calificaciones no menores a las indicadas a continuación.

La nota se obtiene a partir de la media ponderada de las actividades evaluables, con los rangos de calificación posibles que se indican, a fijar por el profesor de cada grupo y comunicarlo a principio de curso:

Problemas o test (calificado con 2 puntos máximo cada ejercicio) -> 5-20% de la calificación

Proyectos de Estructuras (entrega en plazo obligatoria, entregas parciales de 1 punto semanal máximo obligatorias y finales entre 10 y 20 puntos. Mínima calificación 4/10 para hacer media) -> 40-80% de la calificación

Defensas de los proyectos(obligatorias ) -> 5-20%

Examen individual (las últimas semanas del curso, obligatorio, Mínima calificación 4/10 para hacer media) -> 10-20%

Para poder acceder a una calificación superior a "aprobado" el alumno deberá haber superado el examen individual con calificación superior a 6.

A principio de curso el profesor entregará un calendario adaptado al curso que incluye las fechas de todas las entregas.

Los problemas relativos al temario "La estructura en el proyecto (1, 2 y 3) se libera con los problemas realizados durante el curso de cara a la evaluación global.

### **Evaluación global en convocatoria ordinaria:**

Es necesario haber realizado, entregado y defendido los Proyectos de Estructuras en plazo durante el curso (aunque estén suspensos) para optar al examen en convocatoria ordinaria.

### **Evaluación en convocatoria extraordinaria:**

Se desarrollará en la fecha que determine jefatura de estudios.

No se liberan partes del temario de la asignatura de cara a esta prueba. La calificación para los alumnos será la nota obtenida en este en esta prueba, siendo necesaria al menos una calificación de 5 sobre 10 para aprobar.

Dicho examen exigirá resolver el diseño justificado, la evaluación crítica, y la documentación de proyecto de la estructura de una obra arquitectónica.

**SISTEMA DE CALIFICACIÓN:** Según lo establecido en el Art. 5 del Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, la CALIFICACIÓN se realizará mediante la escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

0-4,9: Suspenso (SS);

5,0-6,9: Aprobado (AP);

7,0-8,9: Notable (NT);

9,0-10: Sobresaliente (SB);

Podrá otorgarse 1 Matrícula de Honor por cada 20 alumnos (5%) para calificación igual a superior a 9,0.

**Consideraciones generales:**

La evaluación considera tanto la calidad de las propuestas aportadas (calidad de la estructura proyectada) como la calidad de la documentación en la que se definen y justifican dichas soluciones (calidad de la documentación de proyecto).

Para que un proyecto tenga la calificación de aprobado o superior debe ser

resistente,

estable,

carecer de errores graves de cálculo y

tener un coste adecuado.

Carencias o errores importantes en los proyectos entregados pueden suponer el suspenso en la asignatura en la convocatoria correspondiente.

•

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Arroyo Portero, J.C (2009)	Bibliografía	"Números gordos en el proyecto de estructuras" Cinter Divulgación Técnica
Addis W. (2001)	Bibliografía	"Creativity and innovation: the structural engineer's contribution to design" Architectural Pr
Addis W. (1990)	Bibliografía	"Structural engineering. The nature of theory and design" Ellis Horwood
Cervera, J (2011)	Bibliografía	"Concebir y analizar estructuras" OA-UPM: <a href="http://oa.upm.es/3691/">http://oa.upm.es/3691/</a>
de Miguel Rodríguez, José Luís	Bibliografía	ESTRUCTURAS. Compendio de Resistencia de Materiales, Normativa y Diseño de Estructuras TOMO I. Mayo 2.019 Ed. MunillaLeiria Madrid
Mainstone, R.J. (1998)	Bibliografía	"Developments in structural form" Architectural Press
Moisset, D (1992)	Bibliografía	"Intuición y razonamiento en el diseño estructural" Escala
Mollaert, M (2002)	Bibliografía	"The design of membrane and lightweight structures: from concept to execution" VUB
Nageinm, H.K. (2005)	Bibliografía	"Steel structures: practical design studies" Taylor & Francis
Ortiz,J, Hernando J.I., Cervera J. (2007)	Bibliografía	"Manual de uniones atornilladas frontales pretensadas" Pub. APTA <a href="http://oa.upm.es/8660/">http://oa.upm.es/8660/</a>
Ortiz,J, Hernando J.I., Cervera J. (2009)	Bibliografía	"Manual de uniones atornilladas laterales" Publicaciones APTA <a href="http://oa.upm.es/8661/">http://oa.upm.es/8661/</a>

Popovic O, Tyas A. (2003)	Bibliografía	"Conceptual Structural Design: bridging the gap between architects and engineers". Thomas Telford,
Riddel, C.R. (2002)	Bibliografía	"Diseño estructural" Ediciones Universidad Católica de Chile
Tamboli, A.R. (2002)	Bibliografía	"Handbook of structural steel connection design and details" Mc Graw Hill
NORMAS de referencia:	Bibliografía	Código técnico de la edificación (CTE) Parte I, y documentos básicos, SE, SI, SE AE, SE A, SE M, SE C, SE F <a href="http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/">http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/</a>
Normas de referencia	Bibliografía	Código Estructural (disponible en Moodle).
Normas de consulta	Bibliografía	Comité Europeo de Normalización (CEN): "EuroNormas 1990 a 1999 (EN)" (Eurocódigos estructurales)
Normas ISO. Bases de proyecto de estructuras	Recursos web	ISO/TC 98 "Bases for design of structures" <a href="http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=50930">http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=50930</a>
Normas ISO. Estructuras de edificios	Recursos web	ISO/ICS 91.080 "Structures of buildings" <a href="http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_ics_browse.htm?ICS1=91&amp;ICS2=80">http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_ics_browse.htm?ICS1=91&amp;ICS2=80</a>
Equipamiento ETSAM	Equipamiento	Biblioteca de la ETSAM Ordenadores de la ETSAM Red WIFI de la UPM Servidores y aplicaciones docentes de la UPM, y en particular, plataforma MOODLE.
Recursos WEB de grupos	Recursos web	Los diferentes grupos habilitarán el acceso a recursos web mediante la plataforma moodle o páginas propias. Para incluir resúmenes de los contenidos de la asignatura, enunciados y soluciones de los ejercicios propuestos, procedimientos de evaluación



Recursos WEB propios	Recursos web	Cada grupo (o grupos) establecerá recursos adicionales (tipo Moodle) para incluir contenidos de clase y adicionales, tareas, con enunciados y soluciones, etc.
----------------------	--------------	--

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Es importante reiterar que los criterios de evaluación incluyen la valoración, tanto del contenido de las propuestas (calidad de la estructura proyectada) como del continente (calidad de la documentación aportada en la definición y justificación de la estructura) debiendo ambos componentes alcanzar niveles "profesionales" de acuerdo a los "Indicadores de logro" señalados en la descripción de la asignatura.

Los alumnos tienen información en la página Moodle de la asignatura a la que pueden acceder, donde se van poniendo a disposición tanto los ejercicios prácticos como apuntes y lecciones magistrales de uso.

La prueba de fin de curso que cada grupo realice, es una prueba personal de conocimiento obligatoria sin exclusión para todos los alumnos, que junto con el trabajo evaluado de forma continua durante el curso determina el aprobado por curso de la asignatura sin el examen final.

El cronograma puede sufrir modificaciones durante el curso.

La docencia de la asignatura será preesencial en el aula designada, en caso que debido a la pandemia por COVID-19 fuera necesario, podrá llevarse a cabo a través de la videoconferencia de manera síncrona con los estudiantes en el horario de la asignatura. Para ello se usará las plataformas institucionales (Zoom, Teams, etc). Se tratará de docencia telemática presencial para la cual se podrá solicitar que el estudiante mantenga su cámara encendida, se identifique mediante DNI o carnet de la UPM, etc.

La comunicación con el profesorado a través de correo electrónico se hará a través de la cuenta institucional del estudiante. Se responderán emails en horario laboral.

- Está prohibido grabar las clases y pruebas de evaluación presencial, de tele enseñanza presencial u online.

- La propiedad intelectual del material docente es del profesor, o del autor que se indique en el mismo.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (**ODS**) que se tratan de manera parcial son los siguientes:

**Objetivo 4:**

**Meta 4.3:** Fomentando el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria.

**Objetivo 5:**

**Meta 5.5:** Fomentando la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios de la actividad del Grado y futura actividad profesional de sus titulados.

**Objetivo 11:**

**Meta 11.4:** Incluyendo objetivos docentes con el fin de proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.

**Meta 11.5:** Incluyendo objetivos docentes con el fin de reducir el número de muertes causadas por los desastres naturales debidos a sismo, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

**Meta 11.c:** Incluyendo objetivos docentes con el fin de que los titulados adquieran formación para, en su futuro profesional, puedan proporcionar apoyo a los países menos adelantados, mediante asistencia técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales.

**Objetivo 12:**

El consumo y la producción mundiales (fuerzas impulsoras de la economía mundial) dependen del uso del medio ambiente natural y de los recursos de una manera que continúa teniendo efectos destructivos sobre el planeta. El progreso económico y social conseguido durante el último siglo ha estado acompañado de una degradación medioambiental que está poniendo en peligro los mismos sistemas de los que depende nuestro desarrollo futuro (y ciertamente, nuestra supervivencia). Desde Galileo la teoría de estructuras siempre ha puesto el acento en la economía de recursos, hacer más con menos, etc. En esta asignatura se trabaja en los ODS haciendo hincapié en que el proyecto de la estructura no sólo debe cumplir los requisitos de estabilidad, resistencia, rigidez y durabilidad, sino también en el coste y la economía de recursos materiales de manera sostenible para el planeta.

En este contexto:

**Meta 12.1:** Incluyendo objetivos docentes con el fin de concienciar sobre el Consumo y Producción Sostenibles, con la participación de todos los países y bajo el liderazgo de los países desarrollados, teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las capacidades de los países en desarrollo.

**Meta 12.2:** Incluyendo objetivos docentes con el fin de lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los

recursos naturales.

**Meta 12.5:** Incluyendo objetivos docentes con el fin de reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.