

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2015-16 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones
<b>Titulación</b>	03AF - Master Universitario en Estructuras de la Edificación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	E.T.S. de Arquitectura
<b>Semestre/s de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	33000330
<b>Nombre en inglés</b>	Análisis Avanzado de Estructuras: Aplicaciones

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	2	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2015-16	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

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

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Estructuras de la Edificación no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Manejo elemental de programa comercial SAP 2000.

## Competencias

---

CE1 - Manejo de las herramientas de cálculo de la teoría clásica de estructuras con un conocimiento profundo de la teoría que subyace bajo la implementación numérica de los programas.

CE10 - Capacidad de gestión de la información procedente de diversas fuentes y de su análisis y síntesis aplicándola a la resolución de problemas complejos.

CE2 - Capacidad de elegir la herramienta informática adecuada al problema en cuestión, evaluando críticamente la base teórica que la sustenta.

CE4 - Capacidad para diseñar ensayos de laboratorio para verificar las calidades de los materiales estructurales.

CE6 - Manejo de las bases de datos y fuentes de información para poder realizar estrategias de búsqueda sobre problemas concretos teóricos o prácticos a nivel avanzado.

CE9 - Capacidad de comunicarse con sus colegas, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de sus áreas de conocimiento.

CG1 - Capacidad de comprensión de la teoría y la práctica del proyecto y construcción de estructuras de edificación en cada uno de sus campos específicos.

CG10 - Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento

CG2 - Capacidad de concebir y poner en práctica el proceso de proyectar una estructura de edificación o de cualquiera de sus partes o elementos.

CG9 - Capacidad de comunicarse con sus colegas, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de sus áreas de conocimiento.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA14 - Conocimiento de los principios fundamentales de la mecánica de los sistemas materiales

RA17 - RA14 - Conocimiento de los principios fundamentales de la mecánica de los sistemas materiales

RA62 - RA 15

RA64 - RA 17

RA66 - RA 37

RA56 - Evaluar la incidencia de los fenómenos de inestabilidad en acero a nivel de componente, pieza y conjunto.

RA73 - RA 59

RA63 - RA 16

RA37 - Comprensión de las bases teóricas del análisis elástico, y de las relaciones entre los parámetros que definen los modelos elásticos

RA38 - Comprensión de las bases teóricas del análisis plástico, y de las relaciones entre los parámetros que definen los modelos en rotura

RA70 - RA 56

RA74 - RA 60

RA67 - RA 38

RA54 - Estimar la resistencia y rigidez de las secciones, piezas y conjuntos de acero y mixtos.

RA68 - RA 54

RA57 - Conocer la tecnología básica del acero y las piezas y materiales disponibles en el mercado.

RA65 - RA 18

RA16 - Asimilación de los conocimientos y conceptos fundamentales de la ciencia e ingeniería de materiales.

RA15 - Adquisición de destrezas para el análisis del movimiento de sólidos y sistemas de sólidos

RA18 - RA3 - El alumno será capaz de analizar la documentación encontrada para extraer la información relevante para su estudio

RA69 - RA 55

RA60 - El alumno entenderá el fundamento matemático del MEF y empleará dicho conocimiento para evitar errores de modelización.

RA59 - El alumno podrá abordar el modelado MEF de estructuras empleando programas comerciales de manera crítica.

RA71 - RA 57

RA72 - RA 58

RA61 - RA 14

RA55 - Dimensionar las secciones de un determinado esquema estructural para que resulten suficientemente resistentes, rígidas y robustas.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Puertas Del Rio, Lina ( <b>Coordinador/a</b> )	072	lina.puertas@upm.es	M - 18:30 - 19:30
Quintas Ripoll, Valentin	072	valentin.quintas@upm.es	X - 18:30 - 19:30
Castañon Cristobal, Fernando	072	fernando.castanon@upm.es	X - 18:30 - 19:30

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

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura tiene como objetivo adquirir los conocimientos necesarios para el diseño, análisis, dimensionado y ejecución de estructuras espaciales, de luces no convencionales, que se desarrollen linealmente, en un plano o en el espacio. Se emplearán medios de diseño y predimensionado manuales y validación con cálculo automático; y los procedimientos y rutinas para la definición de los correspondientes elementos estructurales a nivel de proyecto de ejecución.

Para ello es imprescindible profundizar y ampliar los conocimientos adquiridos en las materias de análisis y dimensionado; con los materiales acero estructurales y hormigón armado fundamentalmente pero también puntualmente con fábricas especiales o materiales pétreos siempre desde el punto de vista estructural

Los parámetros que determinan el dimensionado de los tipos estructurales que resultan, son muy variados, atendiendo al recorrido tipológico de estas estructuras siempre singulares, que se desarrollan lineal o superficialmente en plano o con simple o doble curvatura. Se trata de dar la formación necesaria que se comprendan las pautas de comportamiento de cada tipo y cuáles son esos parámetros de diseño fundamentales en cada caso.

La asignatura se enmarca dentro del Código Técnico de la Edificación que está actualmente en vigor. Se utiliza como referencia en cada caso, el Documento Básico correspondiente de obligado cumplimiento en las obras de edificación así como la Instrucción EHE-08.

El objetivo fundamental de las dos asignaturas que se pretende conseguir es profundizar en aspectos teóricos del análisis, por procedimientos manuales distintos cada semana a tenor del tema estructural abordado y posteriormente poder verificar, su comportamiento y el dimensionado final, utilizando un análisis con un programa comercial de Elementos Finitos.

También se atenderá a la explicación y características del modelo de elemento correspondiente empleado en el cálculo automático. Sistemáticamente se aplican los fundamentos teóricos a dos casos prácticos semanales, en dos materiales distintos en los que se parte de los parámetros de diseño típicos del tipo estructural estudiado, se analiza su comportamiento manual y se valida y afina mediante análisis automático. En la respuesta de cada tipo se atenderá al cumplimiento de los requisitos de estabilidad, resistencia y deformación, impuestos por la normativa en cada uno de los materiales de realización. Por último se refleja en planos de estructuras con definición lo más cercana posible la nivel de proyecto.

Al término de la asignatura, el alumno debe tener los recursos necesarios para proyectar, analizar, verificar y reconsiderar opciones de diseño, de estructuras para espacios no convencionales de edificios que tiene como campo el diseño ligero y de grandes luces fundamentalmente.

## Temario

---

1. Diseños estructurales de desarrollo lineal. Estabilidad geométrica. Tipos
  - 1.1. 1.1. Vigas de celosía espaciales. Directriz recta. Canto constante.
  - 1.2. 1.1. Vigas de celosía espaciales. Directriz recta. Canto constante.
  - 1.3. Arcos: Diseños espaciales de barras, de fábrica. Antifuniculares. Arcos isostáticos. Equilibrio y deformación
  - 1.4. Arcos con 1, 2 o 3 grados hiperestáticos. Cálculo en rotura. Cálculo elástico.
  - 1.5. Rigideces de una barra en ejes locales.
  - 1.6. Particularización para estructuras articuladas de barras.
  - 1.7. Particularización para estructuras articuladas de barras. Ejemplo: desarrollo manual y automático
  - 1.8. Estructuras con uniones articuladas y empotradas. Estabilidad geométrica.

2. Diseños estructurales de desarrollo en un plano, para cargas perpendiculares a su plano
  - 2.1. Emparrillados de cerchas. Modelos de cálculo manual.
  - 2.2. Mallas espaciales de pirámide cuadrada
  - 2.3. Otros diseños ligeros de mallas espaciales con menor número de barras
  - 2.4. Calculo automático como estructuras articuladas de barras: modelo de elemento, características relevantes.
  - 2.5. Placas de hormigón armado sobre apoyos aislados. Modelos de cálculo manual.
  - 2.6. Ecuación general de las placas. Tensores de momentos y de curvaturas. Trayectorias de flexión. Armado
  - 2.7. Cálculo automático por M.E.F
3. Diseños estructurales de desarrollo en un plano, para cargas contenidas en su plano
  - 3.1. El Método de los Elementos Finitos: el cálculo automático
    - 3.1.1. El elemento cuadrado: movimientos y solicitaciones relevantes. Funciones de interpolación
    - 3.1.2. Deformaciones, tensiones. Direcciones principales.
    - 3.1.3. Ejemplo manual
  - 3.2. Muros-vigas de gran canto.
    - 3.2.1. Aproximación a su funcionamiento por los modelos biela-tirante
    - 3.2.2. Requerimiento mínimos según la instrucción EHE-08: esbeltez, espesor, armado mínimo, disposiciones de armado
    - 3.2.3. Cálculo automático. Interpretación de resultados: tensores de fuerzas, tensores de tensiones . Direcciones principales. Dimensionado. Armado
  - 3.3. Plegaduras
    - 3.3.1. Descripción del tipo estructural. Formas. Comportamiento. Parámetros de diseño
    - 3.3.2. Modelo de cálculo manual: momentos y cortantes secundarios. Solicitaciones principales. Tensiones. Tensores.
    - 3.3.3. Cálculo automático: tensores de fuerzas, tensores secundarios de momentos. Direcciones principales. Criterios de armado
    - 3.3.4. El elemento

#### 4. Estructuras superficiales curvas continuas

##### 4.1. Tipologías. Láminas de revolución. Láminas de traslación

4.1.1. Curvatura constante. Análisis manual. Equilibrio. Solicitaciones

4.1.2. Ídem curvatura variable.

4.1.3. Dimensionado: hormigón armado, fábrica

4.1.4. Comportamiento de borde. Detalles de construcción

4.1.5. Calculo automático: definición del elemento de membrana.

4.1.6. Análisis de resultados. Tensores de fuerzas. Tensiones. Deformaciones. Perturbaciones de borde.

##### 4.2. Láminas de traslación; paraboloides

4.2.1. Teoría de la membrana. Ecuaciones de equilibrio.

4.2.2. Paraboloides elípticos. Geometrías

4.2.3. Paraboloides hiperbólicos. Geometrías.

4.2.4. Casos particulares. Solicitaciones. Tensores de fuerzas. Tensiones. Elementos de borde

4.2.5. Calculo automático: Análisis de resultados. Tensores de fuerzas. Tensiones. Perturbaciones de borde

#### 5. Estructuras trianguladas espaciales, curvas.

##### 5.1. Superficie esférica

5.1.1. Geometría. Forma de triangulación Soluciones constructivas

5.1.2. Comportamiento mecánico Cargas simétricas con relación a una eje

5.1.3. Modelos de referencia para el análisis manual. Equilibrio de fuerzas en el espacio.

5.1.4. Modelos de referencia para el análisis manual Analogía con la membrana

5.1.5. Cargas no simétricas: Modelos de análisis manual

5.1.6. Cálculo automático. Estabilidad geométrica. Características del elemento barra. Solicitaciones N.

5.1.7. Análisis de resultados.

##### 5.2. Paraboloides hiperbólicos

5.2.1. Geometría. Triangulación. Bordes. Apoyos.

5.2.2. Comportamiento. Analogía de la membrana.

5.2.3. Calculo automático. Análisis de resultados.

## Cronograma

**Horas totales:** 35 horas

**Horas presenciales:** 15 horas (28.8%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:** 100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:** 0%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Clase teórica. Tema 1</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Clase práctica. Tema 1</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Realización de uno de los ejercicios propuestos</b> Duración: 01:30 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 2	<b>Clase teórica. Tema 2</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Clase práctica. Tema 2</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Realización de uno de los ejercicios propuestos</b> Duración: 10:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 3	<b>Clase teórica. Tema 3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Clase práctica. Tema 3</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Realización de uno de los ejercicios propuestos</b> Duración: 01:30 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 4	<b>Clase teórica. Tema 4</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Clase práctica. Tema 4</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Realización de uno de los ejercicios propuestos</b> Duración: 10:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 5				
Semana 6				
Semana 7				
Semana 8				
Semana 9				
Semana 10				
Semana 11				
Semana 12				
Semana 13				
Semana 14				
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Realización de uno de los ejercicios propuestos	01:30	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí			
2	Realización de uno de los ejercicios propuestos	10:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	50%	5 / 10	
3	Realización de uno de los ejercicios propuestos	01:30	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí			
4	Realización de uno de los ejercicios propuestos	10:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	50%	5 / 10	CE2, CG1, CE1, CE9, CG2, CG10

## Criterios de Evaluación

La evaluación se realiza sobre trabajos semanales propuestos, que se entrega al final del cuatrimestre.

El trabajo total consta de dos partes. Una parte es de carácter obligatorio, para poder optar al aprobado. La segunda parte es de carácter voluntario, para optar a notable o sobresaliente.

No existe evaluación extraordinaria

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Structures or why things don't fall down. J.E. Gordon. 1978. Penguin Books	Bibliografía	Libro clásicos sobre estructuras de índole general
Estructuras para arquitectos. M. Salvadori y R. Heller. 1987. CP67 (Buenos Aires)	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Razón y ser de los tipos estructurales. E. Torroja	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Understanding structures. Derek Seward. 1994. MacMillan Press	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
La estructura. H. Werner Rosenthal. 1975. Blume	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Sistemas de Estructuras. Heinrich Engel. 1979. Blume	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Cálculo de Estructuras. R. Argüelles, 1981. ETS de Montes	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Diseño estructural en arquitectura. M.Salvadori y M.Levy. 1970. CECSA (Méjico)	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Elasticidad. A. Arangoá. 1974. I.G.C.	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Resistencia de materiales. W.A. Nash. 1969. Compendios Schaum. McGraw Hill	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Teoría de las estructuras. Thimoshenko. 1945. Espasa Calpe	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras de índole general
Estructuras especiales en edificación: Análisis y cálculo. Valentin Quintas Ripoll 1995 Rueda.	Bibliografía	Libro clásico sobre estructuras espaciales de índole general
Estructuras laminares. Jean Courbon. 1981 Ed.Tec. Asociados.	Bibliografía	Libro sobre estructuras curvas de hormigón
Láminas de hormigón. A, M, Haas 1981 IETCC.	Bibliografía	Libro sobre estructuras curvas de hormigón
Braced Domes. Editado Z. S. Makouski 1984 Granada Thechnical Books	Bibliografía	Libro sobre estructuras espaciales de barras
Artículos técnicos	Recursos web	Artículos relacionados con los temas de curso