



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

CURSO 2024/25

**CÁLCULO AVANZADO DE  
ESTRUCTURAS****Datos de la asignatura**

---

**Denominación:** CÁLCULO AVANZADO DE ESTRUCTURAS**Código:** 102721**Plan de estudios:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**Curso:** 2**Créditos ECTS:** 4.0**Horas de trabajo presencial:** 40**Porcentaje de presencialidad:** 40.0%**Horas de trabajo no presencial:** 60**Plataforma virtual:** <https://moodle.uco.es/>**Profesor coordinador**

---

**Nombre:** MARTINEZ VALLE, JOSE MIGUEL**Departamento:** MECÁNICA**Ubicación del despacho:** Despacho LV8B110 (Edif. Leonardo Da Vinci, Campus de Rabanales)**E-Mail:** [jmvalle@uco.es](mailto:jmvalle@uco.es)**Teléfono:** 957218337**Breve descripción de los contenidos**

---

La asignatura Cálculo Avanzado de Estructuras (CAE) se centra en el estudio de estructuras mediante el Método de los Elementos Finitos (MEF). Hoy en día el MEF es el método más extendido para la resolución de estructuras de todo tipo (industriales, civiles, aeronáuticas, navales, etc...). Aunque los comienzos del MEF fueron en los años 50 en EEUU, no ha sido incorporado a los bloques docentes de las asignaturas de estructuras hasta hace unos años. Los conceptos básicos del MEF parten del conocimiento del Método Directo de la Rigidez (MDR), materia que se encuentra en los bloques docentes de las asignaturas de estructuras previas a CAE. La versatilidad del MEF, así como su rápida aplicación computacional, hacen de este método una herramienta de cálculo muy potente para cualquier aplicación en ingeniería.

La aportación de esta asignatura al ejercicio profesional es notable, ya que el cálculo de estructuras mediante el MEF es de aplicación directa en multitud de procesos industriales. Multitud de estos procesos productivos contemplan esta herramienta como parte de su desarrollo, siendo un pilar esencial en la optimización y calidad de los productos. En particular, su aplicación computacional dentro de sistemas de CAD/CAM hace del MEF una herramienta capaz de influenciar en la toma de decisión en los procesos industriales.

El alumno de CAE aprenderá los conceptos básicos del MEF, así como sus componentes matemáticas. En un paso posterior será capaz de utilizar lenguajes de programación (como MATLAB) para resolver con sus propios códigos cualquier tipo de estructura. Por último, el alumno tendrá como objetivo el aprender y dominar herramientas comerciales del MEF de uso intensivo en la industria (como ANSYS).

## Conocimientos previos necesarios

---

### Requisitos previos establecidos en el plan de estudios

Ninguno

### Recomendaciones

Haber cursado la asignatura "Ingeniería Estructural" de 1º curso de esta titulación, para alumnos procedentes de titulaciones como ingeniería eléctrica, electrónica etc., sin base específica de cálculo de estructuras.

Son necesarios conocimientos de programación (lenguaje MATLAB).

Son necesarias competencias en Inglés, a nivel de lectura sobre todo (nivel mínimo B1, aunque es más que recomendable un nivel B2).

Son necesarios conocimientos de Resistencia de materiales, Cálculo de estructuras y Cálculo numérico.

## Programa de la asignatura

---

### 1. Contenidos teóricos

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 1: FUNDAMENTOS

Tema 0. Conceptos previos

Tema 1. Conceptos básicos

Tema 2. Fundamentos del MEF

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 2: ESTRUCTURAS DE BARRAS

Tema 3. Barras y estructuras articuladas

Tema 4. Vigas y estructuras reticuladas

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 3: ESTRUCTURAS 2D Y 3D

Tema 5. Estructuras bidimensionales

Tema 6. Estructuras tridimensionales

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 4: PLACAS Y LÁMINAS

Tema 7. Placas delgadas

Tema 8. Estructuras aximétricas

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 5: CONCEPTOS AVANZADOS

Tema 9. Formulación isoparamétrica

Tema 10. Cálculo dinámico

### 2. Contenidos prácticos

Los contenidos prácticos por cada TEMA de cada UNIDAD de los contenidos teóricos, seguirán la siguiente estructura:

1. Prácticas de aula

En este caso el profesor desarrollará y analizará ejercicios sobre los contenidos teóricos del TEMA/UNIDAD correspondiente.

2. Prácticas de aula de informática

El profesor utilizará programación en el lenguaje MATLAB para resolver problemas del Método de los Elementos Finitos sobre cada TEMA/UNIDAD. Igualmente, el profesor desarrollará mediante software comerciales ejercicios/problemas del MEF sobre cada TEMA/UNIDAD.

### 3. Prácticas a elaborar por el alumno

A través de la plataforma MOODLE se facilitará al alumno un conjunto de tareas prácticas a desarrollar, que seguirán el esquema de los contenidos teóricos de los TEMAS/UNIDADES anteriormente mencionados. Al igual que en las prácticas de aula e informática desarrolladas por el profesor, dichas tareas prácticas a desarrollar por el alumno tendrán un contenido teórico, numérico, programación informática y uso de las herramientas comerciales.

## **Bibliografía**

---

### **1. Bibliografía básica**

"El Método de los Elementos Finitos Aplicado al Análisis Estructural", M. Vázquez. Editorial Noela. 2011

"The Finite Element Method Using MATLAB", Second Edition, Young W. Kwon, Hyochoong Bang. CRC Press. 2009

"Applied Numerical Methods Using MATLAB", Won Young Yang, Wen Wu, Cao Tae-Sang Chung. John Wiley & Sons, Inc. 2014

"Cálculo de Estructuras por el método de elementos finitos. Análisis estático lineal", E. Oñate Ibañez de Navarra. CIMNE. 2008

"Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación", Ministerio de Fomento. 2006

### **2. Bibliografía complementaria**

"Fundamental Topics in Finite Element Analysis of Structures", M. Asghar. John Wiley & Sons. 2005

"Advanced Topics in Finite Element Analysis of Structures", M. Asghar. John Wiley & Sons. 2006

"Concepts and Applications of Finite Element Analysis", R.D. Cook. John Wiley & Sons. 2002

## Metodología

---

### Aclaraciones

La metodología empleada en esta asignatura sigue la filosofía denominada "Clase Invertida" o metodología "Flipped Classroom". La Clase Invertida es un método de enseñanza que ha cobrado mucha importancia recientemente, pero que sin embargo países con un sistema de enseñanza muy avanzado como Suecia, Noruega, etc... llevan aplicando desde hace mucho tiempo, y con gran éxito. Este sistema pretende adaptar el sistema tradicional de enseñanza a las necesidades actuales de los estudiantes del siglo XXI.

En la clases invertida el alumno aprende haciendo y no memorizando. El alumno tiene que estudiar y preparar las lecciones antes de llegar a clase, accediendo desde su casa a los materiales y contenidos dispuestos en MOODLE por el profesor. De esta manera en el aula se realizarán actividades más participativas (analizar ideas, debates, programación informática de problemas), y todo ello con el profesor como guía. En definitiva el alumnado es el protagonista de su propio aprendizaje y se implica desde el primer momento ya que se le dota de responsabilidades, pasando de ser sujetos pasivos a sujetos activos.

El desarrollo del método de la Clase Invertida o Flipped Classroom en la presente asignatura se realizará mediante las siguientes herramientas:

Uso intensivo de MOODLE

Todo el material necesario para el seguimiento de la asignatura se dispondrá en la plataforma antes del comienzo de cada TEMA/UNIDAD para su previo estudio.

#### 1. Recursos informáticos y software utilizado

Todos los recursos informáticos y software a utilizar durante el desarrollo de los TEMAS y las prácticas se llevará a cabo con recursos propios de la UCO y mediante software libre y gratuito, es decir el alumno no tendrá que adquirir ningún tipo de licencia y/o gasto al respecto.

#### 2. Tutorías on-line

El alumnado tiene la posibilidad de solicitar tutorías grupales y/o individuales mediante herramientas de videoconferencia (WebEx, Zoom, etc...). Para ello se concertarán los días y horas para su desarrollo, sin límite de tiempo y/o repeticiones.

### Actividades presenciales

Actividad	Total
<i>Actividades de acción tutorial</i>	5
<i>Actividades de comprensión lectora, auditiva, visual, etc.</i>	10
<i>Actividades de comunicación oral</i>	5
<i>Actividades de experimentación práctica</i>	5
<i>Actividades de exposición de contenidos elaborados</i>	5
<i>Actividades de expresión escrita</i>	5
<i>Actividades de procesamiento de la información</i>	5
<b>Total horas:</b>	<b>40</b>

**Actividades no presenciales**

<b>Actividad</b>	<b>Total</b>
<i>Actividades de búsqueda de información</i>	20
<i>Actividades de procesamiento de la información</i>	20
<i>Actividades de resolución de ejercicios y problemas</i>	20
<b>Total horas:</b>	<b>60</b>

**Resultados del proceso de aprendizaje****Conocimientos, competencias y habilidades**

- CG1 Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
- CG8 Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
- CEIPC6 Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.
- CEIPC3 Conocimientos y capacidades para el cálculo y diseño de estructuras.
- CEIPC2 Conocimientos sobre construcción, edificación, instalaciones, infraestructuras y urbanismo en el ámbito de la ingeniería industrial.
- CU2 Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TICs.
- CG12 Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.
- CEIPC7 Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.
- CG6 Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos.
- CG3 Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
- 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.
- CB9 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.
- CB8 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.

- CB7 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.
- CB6 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CG4 Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos.

## Métodos e instrumentos de evaluación

Instrumentos	Porcentaje
Examen	50%
Lista de control de asistencia	10%
Medios de ejecución práctica	10%
Medios orales	10%
Producciones elaboradas por el estudiantado	10%
Proyectos globalizadores de carácter individual o grupal	10%

### Periodo de validez de las calificaciones parciales:

Convocatoria de Febrero

### Aclaraciones:

El examen final, que se corresponde con pruebas de respuesta larga y corta (Verifica), constará de pruebas para evaluar aspectos teóricos (25%), y pruebas objetivas para evaluar los problemas y ejercicios (75%), debiendo obtener en cada una de las dos partes al menos 4 puntos.

Con los medios orales se evalúa la participación activa del alumnado en clase (contemplada en el documento Verifica de la titulación).

Las producciones elaboradas por el estudiantado y los proyectos globalizadores de carácter individual o grupal, se corresponden con trabajos y proyectos (Verifica). Los medios de ejecución prácticos en casa o en clase se utilizan para la evaluación y control del grado de seguimiento de la marcha docente, ya que se considera fundamental el trabajo continuado del estudiante. En este sentido, comentar que las herramientas antes comentadas son parecidas, que no iguales, ya que las producciones y los proyectos engloban distintos ejercicios relacionados con el método de los elementos finitos aplicado a distintas tipologías estructurales y que, más que la resolución de un problema, supone la elaboración de pequeños trabajos relacionados con estos temas.

De manera similar al examen, se debe obtener un mínimo de 4 puntos para tenerlo en cuenta en la nota final.

Por último, comentar que el apartado "Medios de ejecución práctica" incluye la realización de dos exámenes parciales a lo largo del curso con el mismo objetivo que el apartado anterior.

Los porcentajes asociados a cada herramienta de evaluación se han indicado convenientemente.

Para los estudiantes a tiempo parcial se tendrá en cuenta su condición y disponibilidad en la asignatura en el desarrollo de la misma. La adaptación del estudiante a tiempo parcial a la asignatura se llevará a cabo de mutuo acuerdo entre el profesor responsable de la misma y los alumnos implicados al inicio del cuatrimestre. En caso de no hacerlo, se considerarán alumnos a tiempo completo.

Además, acorde al artículo 43 del Reglamento de Másteres Universitarios del IDEP y aplicable a esta asignatura, la mención de "matrícula de honor" podrá ser otorgada al estudiantado que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9,0. Los criterios son los mismos para todas las convocatorias.

La asistencia a clase no es obligatoria, aunque sí muy recomendable para el correcto seguimiento de la asignatura.

## Objetivos de desarrollo sostenible

---

Educación de calidad

Industria, innovación e infraestructura

---

*Las estrategias metodológicas y el sistema de evaluación contempladas en esta Guía Docente responderán a los principios de igualdad y no discriminación y deberán ser adaptadas de acuerdo a las necesidades presentadas por estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales en los casos que se requieran.*

*El estudiantado deberá ser informado de los riesgos y las medidas que les afectan, en especial las que puedan tener consecuencias graves o muy graves (artículo 6 de la Política de Seguridad, Salud y Bienestar; BOUCO 23-02-23).*

---