



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del  
Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

145007511 - Metodo De Los Elementos Finitos

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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.....	3
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145007511 - Metodo de los Elementos Finitos
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Ismael Ben-Yelun Insenser	14C.01.014.1	i.binsenser@upm.es	L - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00
Alberto Badias Herbera	14C.01.014.1	alberto.badias@upm.es	L - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00
Jose Maria Benitez Baena	14C.01.014.2	josemaria.benitez@upm.es	L - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00

Miguel Angel Sanz Gomez (Coordinador/a)	14C.01.014.1	miguelangel.sanz@upm.es	L - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00
Francisco Javier Montans Leal	14C.01.013.0	fco.montans@upm.es	L - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00

\* 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 Y Elasticidad
- Física Ii
- Matematicas Ii
- Informatica
- Mecanica De Solidos
- Matematicas I
- Fisica I

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Aeroespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE50 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG6 - Uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA37 - Comprensión del método de los elementos finitos.

RA38 - Resolución de problemas relativamente complejos en mecánica de medios continuos mediante la selección del modelo de comportamiento y de la formulación adecuada para el mismo.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Tema 1. Introducción al MEF en el cálculo de estructuras y sólidos.

1.1. Introducción a la mecánica computacional en medios continuos.

1.2. Aplicación del MEF a las ecuaciones diferenciales de la elasticidad lineal.

Tema 2. Herramientas del MEF en el cálculo de estructuras y sólidos.

2.1. El cálculo matricial y el M.E.F en elasticidad lineal.

2.2. Imposición de condiciones de contorno: condiciones SPC y MPC.

2.2.1. Condensación estática de matrices.

2.2.2. Procedimiento de la penalización.

2.2.3. Procedimiento de los multiplicadores de Lagrange.

2.2.4. Procedimientos con elementos master y slave.

2.3. Utilización de mallas no conformes y MPCs.

2.4. Funciones de Forma e Integración numérica.

Tema 3. Elementos finitos unidimensionales: elementos barra y viga

3.1. Elementos unidimensionales en formulación isoparamétrica

3.2. Elementos unidimensionales axiales de tipo barra.

3.3. Elementos unidimensionales de torsión (árbol de torsión).

3.4. Elementos unidimensionales de tipo viga (vigas de Bernoulli y de Timoshenko).

Tema 4. Elementos finitos del Medio Continuo: elementos sólidos

4.1. Elementos sólidos en el plano y formulación isoparamétrica: elementos 2D sólido.

4.2. Elementos de orden superior: lagrangianos y serendípitos.

4.3. Elementos sólidos 3D: elementos axilsimétricos de revolución y elementos 3D sólido.

Tema 5. Elementos finitos estructurales planos: elementos tipo shell (placa y membrana)

5.1. Formulación de elementos planos: elemento membrana.

5.2. Formulación de elementos planos en flexión: elemento placa.

5.2. Aplicación operativa del elemento shell.

Tema 6. Método de los elementos finitos en estructuras y sólidos: herramientas de computación. Prácticas computacionales con herramientas comunes de cálculo (Patran-Nastran, Adina, Hyperworks-Optistruct, LS-Dyna, Calculix).

6.1. Estructuras con elementos 1D barra y viga.

6.2. Sólidos con elementos 2D sólido y shell

6.3. Sólidos con elementos 3D sólido

6.4. Estructuras aeronáuticas,



## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción al MEF en el cálculo de estructuras y sólidos.
  - 1.1. Introducción a la mecánica computacional en medios continuos.
  - 1.2. Aplicación del MEF a las ecuaciones diferenciales de la elasticidad lineal.
2. Herramientas del MEF en el cálculo de estructuras y sólidos.
  - 2.1. El cálculo matricial y el M.E.F en elasticidad lineal
  - 2.2. Imposición de condiciones de contorno: condiciones SPC y MPC.
  - 2.3. Utilización de mallas no conformes y MPCs
  - 2.4. Funciones de Forma e Integración numérica
3. Elementos finitos unidimensionales: elementos barra y viga
  - 3.1. Elementos unidimensionales en formulación isoparamétrica
  - 3.2. Elementos unidimensionales axiales de tipo barra.
  - 3.3. Elementos unidimensionales de torsión (árbol de torsión).
  - 3.4. Elementos unidimensionales de tipo viga (vigas de Bernoulli y de Timoshenko).
4. Elementos finitos del Medio Continuo: elementos sólidos
  - 4.1. Elementos sólidos en el plano y formulación isoparamétrica: elementos 2D sólido.
  - 4.2. Elementos de orden superior: lagrangianos y serendípticos.
  - 4.3. Elementos sólidos 3D: elementos axilimétricos de revolución y elementos 3D sólido.
5. Elementos finitos estructurales planos: elementos tipo shell (placa y membrana)
  - 5.1. Formulación de elementos planos: elemento membrana.
  - 5.2. Formulación de elementos planos en flexión: elemento placa.
  - 5.3. Aplicación operativa del elemento shell.
6. Método de los elementos finitos en estructuras y sólidos: herramientas de computación
  - 6.1. Estructuras con elementos 1D (barras y vigas)
  - 6.2. Sólidos con elementos 2D sólidos y shell
  - 6.3. Sólidos con elementos volumétricos 3D sólidos
  - 6.4. Estructuras aeronáuticas.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1 . Introducción al MEF</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2. Herramientas del MEF.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2. Herramientas del MEF: ejercicios computacionales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>Tema 3. Elementos 1D del MEF</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 3. Elementos 1D del MEF: ejercicios computacionales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Tema 3. Elementos 1D del MEF</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 3. Elementos 1D del MEF: ejercicios computacionales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	<b>Tema 4. Elementos volumétricos sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 4. Elementos volumétricos sólidos: ejercicios computacionales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
10	<b>Tema 5: Elementos placa-membrana (shell)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Tema 5: Elementos placa-membrana (shell): ejercicios computacionales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12		<b>Tema 6. Herramientas de computación: prácticas computacionales con programas comerciales en estructuras de elementos 1D</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

13		<p><b>Tema 6. Herramientas de computación: prácticas computacionales con programas comerciales en sólidos con elementos 2D sólidos y shell</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14		<p><b>Tema 6. Herramientas de computación: prácticas computacionales con programas comerciales en sólidos con elementos 3D</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15		<p><b>Tema 6. Herramientas de computación: prácticas computacionales con programas comerciales en estructuras aeroespaciales</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de evaluación intermedia parcial de MEF</b></p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación Progresiva</p> <p>Presencial</p> <p>Duración: 02:00</p>
16				<p><b>Examen final ordinario MEF.</b></p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación Global</p> <p>Presencial</p> <p>Duración: 02:00</p>
17				

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
15	Prueba de evaluación intermedia parcial de MEF	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG9 CE50 CG3 CG6

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final ordinario MEF.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG9 CG3 CG6 CE50

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación en convocatoria extraordinaria de MEF.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG9 CG3 CG6 CE50

## 7.2. Criterios de evaluación

- Pruebas de evaluación intermedia: cuestionarios tipo test que representarán un 100% de la calificación de evaluación progresiva.
- Convocatoria de examen ordinario: cuestionario tipo test que representará un 100% de la calificación, para aquellos estudiantes que no superasen la evaluación progresiva.
- Convocatoria de examen extraordinario: cuestionario tipo test que representará un 100% de la calificación final de convocatoria extraordinaria.

Las pruebas de evaluación intermedia y los exámenes ordinario y extraordinario, consistirán en un cuestionario de tipo test con un número variable de cuestiones, de entre 10 y 16. Cada cuestión contendrá 5 opciones de respuesta única, donde cada cuestión con respuesta positiva sumará 1 punto, y cada cuestión con respuesta negativa restará 0.3 puntos. El cómputo total de la nota del cuestionario se realizará en una escala de 0 a 10, de forma lineal al número de cuestiones contenidas.

En todo caso, para superar la parte de MEF de la asignatura, en cualquiera de sus convocatorias, y aunque no contabilice en la nota de evaluación, es obligatorio haber realizado alguno de los ejercicios prácticos llevados a cabo en las prácticas de laboratorio computacionales recogidas en el cronograma de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
K. J. BATHE. Finite Element Procedures. Ed. Prentice Hall, 2006	Bibliografía	
T. J. R. HUGHES. The Finite Element Method Linear Static and Dynamic Analysis. Ed. Dover, 2005	Bibliografía	
O. C. ZIENKIEWICZ Y R. TAYLOR. The Finite Element Method. Varios editores y volúmenes.	Bibliografía	
E. ALARCÓN, R. ÁLVAREZ, M.S. GÓMEZ. Cálculo Matricial de Estructuras. Ed. Reverte, 1990.	Bibliografía	
E. OÑATE. Cálculo de estructuras por el método de los elementos finitos. CIMNE, 1995.	Bibliografía	
PRZEMIENIECKI. Theory of Matrix Structures Analysis. Ed. Dover, 1985.	Bibliografía	
J. Fish, T.B. Belytchko, "A First Course in Finite Elements", 2007	Bibliografía	
Patran-Nastran y/o Hypermesh-Optistruct	Equipamiento	Software preinstalado en el Escritorio Virtual UPM-ETSIAE
MSC_Nastran_2023.3_Getting_Start_ed_Guide.pdf	Bibliografía	Manual de uso de Nastran

Grader-Mathworks	Recursos web	Herramienta de autoevaluación computacional
Matlab Online	Recursos web	Cloud Computing de Matlab
Teams	Recursos web	Trabajo colaborativo de Microsoft
Moodle	Recursos web	Plataforma de telenseñanza