

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2017-2018

Identificación y características de la asignatura											
Código	502662	Créditos ECTS	6								
Denominación (español)	Simulación Numérica de Materiales										
Denominación (inglés)	Numerical Simulation of Materials										
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Materiales										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	8	Carácter	Optativo								
Módulo	Optatividad										
Materia	Intensificación en Materiales										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web								
Ignacio Herrera Navarro	D.0.12 y D.0.18 In	iherrera@unex.es									
Área de conocimiento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras										
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales										
Profesor coordinador (si hay más de uno)											
Competencias (ver tabla en http://bit.ly/competenciasGrados)											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	X
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	X
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	X
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	X
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	X
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	X
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	X
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	X
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	X
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	X
		CG11	X					CECRI11		CETE11	X
		CG12	X					CECRI12		CETFG	
Contenidos											
Breve descripción del contenido											

Métodos de cálculo numérico en Ingeniería de Materiales. Método de los elementos finitos y diferencias finitas. Métodos de elementos de frontera. Dinámica molecular y método de Monte Carlo. Métodos ab initio.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: INTRODUCCIÓN

Contenidos del tema 1: Objeto y utilidad de los métodos de cálculo numérico en Ingeniería de Materiales. (Duración: 4 horas de GG)

Actividades prácticas:

Denominación del tema 2: MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Contenidos del tema 2: Fundamentos. El Principio de los Trabajos Virtuales. Aplicación a estructuras de barras y a sólidos bidimensionales. (Duración: 13 horas de GG)

Actividades prácticas: 7 Prácticas de Ordenador con Programa Finitos, MEFI y SolidWorks (Duración: 14 horas)

Denominación del tema 3: METODO DE LAS DIFERENCIAS FINITAS. MÉTODOS DE ELEMENTOS DE CONTORNO.

Contenidos del tema 3: El método de las diferencias finitas. El método de los elementos de contorno. Diferencias con el método de los elementos finitos. (Duración: 6 horas de GG)

Actividades prácticas: Prácticas de Ordenador sobre simulación con el método de Diferencias Finitas y con el método de los elementos de contorno. (Duración: 4 horas)

Denominación del tema 4: OTROS MÉTODOS.

Contenidos del tema 4: Introducción. Métodos ab initio. Dinámica molecular. Método de Monte Carlo. (Duración: 4 horas de GG)

Actividades prácticas: Búsqueda en internet de otros métodos (Duración: 1,5 horas)

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
Tema/Evaluación	Total	GG	S	O	L	TP	EP
1	9	4					5
2	63.5	13		14		1.5	35
3	35	6		4			25
4	22	4		1.5		1.5	15
Evaluación del conjunto	20.5	3					17.5
Total	150	30		19.5		3	97.5

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

S: Seminario (clases de problemas, seminarios, casos prácticos = 40 estudiantes).

O: Ordenador (prácticas en sala de ordenadores = 30 estudiantes).

L: Laboratorio (prácticas de laboratorio o de campo = 15 estudiantes).

TP: Tutorías programadas (seguimiento docente tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X

2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	X
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

En las clases de grupo grande se llevarán a cabo lecciones y discusiones teóricas y resolución de problemas y supuestos teórico - prácticos.

Los seminarios se celebrarán dentro del espacio recogido en el horario para este tipo de actividades, y su calendario previsto será incluido en la agenda del semestre.

En las prácticas de ordenador se realizarán ejercicios sobre cálculo numérico y simulación de materiales concretos. El alumno deberá entregar un cuaderno de prácticas correspondiente a la finalización de las prácticas donde se exponen proceso de cálculo, resultados y conclusiones.

Resultados de aprendizaje

El alumno entenderá los fundamentos teóricos y conocerá las principales aplicaciones de los métodos de cálculo y simulación numérica más empleados en Ingeniería de Materiales.

El alumno aprenderá a utilizar a nivel básico algunos de los programas informáticos más utilizados en simulación numérica de materiales.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

Se evaluará la asignatura de acuerdo a los siguiente criterios:

CE1. Dominio de los contenidos teóricos de la asignatura. Relacionado con las competencias CB1, CB5, CG3, CT1, CETE2.

CE2. Conocimiento de los procedimientos prácticos relacionados con la materia. Relacionado con las competencias CB2, CB5, CG4, CT2, CETE2.

CE3. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de cuestiones de tipo práctico. Relacionado con las competencias CB3, CB5, CT4, CETE2.

CE4. Dominio de herramientas informáticas y de laboratorio relacionadas con la materia. Relacionado con las competencias CB5, CT5, CETE2.

CE5. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos en un lenguaje técnico apropiado, oral y escrito, dentro del campo de la ingeniería mecánica. Relacionado con las competencias CB4, CB5, CT3, CT7, CETE2.

CE6. Adquisición de destrezas relacionadas con la realización de un proyecto basado en un caso real. Relacionado con las competencias CB2, CB5, CG1, CG2, CG4-CG11, CT6, CT8-CT10, CETE2.

Se valorará la destreza y el nivel de conocimiento, comprensión y aplicación mediante diversas actividades de evaluación que son preparadas conforme a los objetivos específicos y transversales enumerados y a todas las competencias básicas, generales, transversales y específicas de la asignatura.

En un ejercicio concreto se valorará positivamente en orden de importancia creciente:

- C1. El alumno sabe identificar qué parcela del conocimiento o materia es la que ha de aplicar.
- C2. El alumno es capaz de escribir la teoría correcta que conduce a la solución del ejercicio.
- C3. El alumno es capaz de aplicar los conocimientos teóricos correctos a la resolución del ejercicio propuesto.
- C4. El alumno es capaz de explicar con todo detalle los pasos matemáticos y dibujos que se deben dar para llegar a la solución del ejercicio.
- C5. El alumno ha formulado matemáticamente y realizado los dibujos del procedimiento correcto para llegar a la solución pero se ha equivocado en operaciones.
- C6. El alumno ha llegado al resultado correcto justificadamente con la precisión debida.
- C7. El alumno ha sido capaz de Calcular y diseñar estructuras de construcciones industriales y estructuras auxiliares de instalaciones industriales, de diseñar estructuras de depósitos de instalaciones industriales y de realizar informes, verificaciones y peritaciones de estructuras industriales.

Se tendrá en cuenta negativamente, al menos:

- C8. No llegar al resultado correcto. Con mayor penalización si se trata de apartados relativos a la seguridad estructural como cálculos sobre la resistencia mecánica, rigidez y estabilidad.
- C9. Cometer errores de concepto.
- C10. El alumno no critica la solución cuando llega a un resultado absurdo (dimensiones incorrectas, orden de magnitud, ...).
- C11. Expresiones que puedan dar lugar a un doble significado o no se entiendan o no sean matemáticamente correctas.
- C12. Resultados y valores intermedios que no van acompañados de las unidades correspondientes.
- C13. Falta de pulcritud y limpieza. Faltas de ortografía.

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global (*)

	en la memoria verificada			
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%–80%	0%	0%	50%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%–50%	50%	50%	50%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%–50%	30%	30%	0%
4. Participación activa en clase.	0%–10%	10%	10%	---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%–10%	10%	10%	---

(*) El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas de cada semestre y el profesor remitirá la correspondiente relación a la Comisión de Calidad de la Titulación. Cuando un estudiante no realice esta comunicación, se entenderá que opta por la evaluación continua. Una vez elegido el tipo de evaluación, el estudiante no podrá cambiar en la convocatoria ordinaria de ese semestre y se atenderá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

Descripción de las actividades de evaluación

La evaluación continua del aprendizaje del alumno se realizará mediante el siguiente procedimiento:

Actividades de tipo 2

Resolución, presentación y defensa de **5 ejercicios prácticos a realizar durante el curso**. Cada ejercicio práctico consistirá en la realización de la simulación de un problema concreto y, en su caso, la validación experimental de los resultados numéricos obtenidos. Cada ejercicio recibirá una puntuación entre 0 y 2 puntos atendiendo a los criterios de evaluación anteriormente expuestos. Se considerará tanto la corrección de la resolución del problema (80%) como la claridad de la exposición (20%). Los ejercicios deberán ser presentados antes de la fecha establecida para la evaluación final en la correspondiente convocatoria. Es una actividad de evaluación **recuperable** a excepción de la parte de validación experimental que será **No recuperable**, es decir, no se podrá realizar en la convocatoria extraordinaria. No obstante, la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria se tendrá en cuenta para la convocatoria extraordinaria.

Actividades de tipo 3

Resolución y entrega de trabajos no presenciales individualmente o en grupo propuestos por el profesor a lo largo del curso. Los trabajos deberán ser entregados antes de la fecha establecida para la evaluación final en la correspondiente convocatoria. Es una actividad de evaluación **recuperable**.

Actividades de tipo 4 y 5

Son **no recuperables**, si bien la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria se tendrá en cuenta para la convocatoria extraordinaria.

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- AG1. Examen final. Constará de un conjunto de test, preguntas cortas y problemas. Esta actividad es **recuperable** en la convocatoria extraordinaria.
- AG2. Resolución de un ejercicio práctico. El estudiante deberá resolver individualmente varios ejercicios prácticos (correspondientes a simulación numérica de materiales). Esta actividad es **recuperable** en la convocatoria extraordinaria.

Para que un alumno apruebe siendo evaluado de forma global o bien en la convocatoria ordinaria o bien en la extraordinaria, deberá cumplir las siguientes condiciones:

- i) Que la calificación del examen final sea superior a 4
ii) Que la calificación del ejercicio práctico sea superior a 4.
iii) Que la calificación final, C, calculada mediante la fórmula siguiente sea superior a 5.

$$C = \frac{1}{2} (NEP + NEF)$$

donde NEP es la calificación del ejercicio práctico tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria y NEF es la calificación del examen final tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.

Bibliografía

Bibliografía básica

Apuntes sobre Métodos de Cálculo Numérico por Ignacio Herrera Navarro. Se irán incorporando al campus virtual conforme se vayan exponiendo los temas.

Resistencia de Materiales I. 2ª Ed. Ignacio Herrera Navarro. Editorial Bellisco.

Resistencia de Materiales II. Ignacio Herrera Navarro. Editorial Bellisco.

Bibliografía complementaria

- K. J. Bathe (1995): *Finite Element Procedures*, Prentice Hall, 2nd edition.
- O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor (1994): *El Método de los Elementos Finitos*, volúmenes 1 y 2. CIMNE-Mc Graw Hill, 1994.
- E. Oñate (1995): *Cálculo de Estructuras por el Método de los Elementos Finitos*, CIMNE, Barcelona, 1995.
- J. J. Benito Muñoz, R. Álvarez Cabal, F. Ureña Prieto, E. Saleté Casino, E. Aranda Ortega (2014): *Introducción al Método de los Elementos Finitos*, UNED, Madrid, 2014.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Programas para Elementos Finitos

[Abaqus](#), [ANSYS](#), [Inventor](#), [Flux](#), [code bright](#), [Cosmos](#), [CivilFEM](#), [Staad.pro](#), [Catia v5](#), [Cype](#), [Dlubal RFEM](#), [Sap2000](#), [Algor](#), [HKS/Abaqus/Simulia](#), [CAELinux](#), [Elmer](#), [FEAP](#), [Phase2](#), [Nastran](#), [Stampack](#), [Kratos Multi-Physics](#), I-deas, Femap, Pro/ENGINEER
Mechanica, Elas2D, [Comsol](#), [Castem](#), [SolidWorks](#), [SOFiSTiK](#), [FreeFem++](#), [OpenFEM](#), [OpenFlower](#), [OpenFOAM](#), [Calculix](#), [Tochnog](#), [LS-DYNA](#), [Gmsh-GetDP](#), [Z88](#), [IDEA Statica](#), [CYMECAP](#), [Architrave](#), [FEMFRAC](#)

Horario de tutorías

Tutorías Programadas: El horario y lugar de las tutorías programadas se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente determinados por la Dirección del Centro.

Tutorías de libre acceso: El horario y lugar de las tutorías de libre acceso se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente aprobados por el Departamento.

Recomendaciones

Conocimientos previos

Antes de comenzar el curso se recomienda repasar los conocimientos siguientes:

- Sistema internacional de unidades. Cambio de unidades.
- Cálculo diferencial. Ecuaciones diferenciales. Derivación parcial.
- Cálculo integral. Integrales de superficie y de volumen.
- Álgebra Lineal: cálculo de autovalores y autovectores, cambios de base.
- Geometría y Trigonometría.
- Cálculo Vectorial aplicado. Fuerza y Momento equivalente.
- Centro de masas. Baricentro. Momentos de inercia.
- Mecánica. Mecánica del sólido rígido.
- Fundamentos de Hidrostática: Ecuación Fundamental de la Hidrostática.
- Dibujo Técnico y Expresión Gráfica.
- Programación y MATLAB.
- Resistencia de Materiales