UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Guia docente					
Datos Identificativos					2016/17
Asignatura (*)	Estructuras III			Código	632514003
Titulación	Mestrado Universitario en Enxeñería de Camiños, Canais e Portos				
Descriptores					
Ciclo	Periodo	Curso		Tipo	Créditos
Máster Oficial	1º cuatrimestre	Primero		Obligatoria	6
Idioma	Castellano				
Modalidad docente	Presencial				
Prerrequisitos					
Departamento	Tecnoloxía da Construción				
Coordinador/a	Diaz Garcia, Jacobo Manuel		Correo electrónico	jacobo.diaz@udc.es	
Profesorado	Baldomir García, Aitor Diaz Garcia, Jacobo Manuel López Rodríguez, Carlos Romera Rodriguez, Luis Esteban		Correo electrónico	aitor.baldomir@udc.es jacobo.diaz@udc.es carlos.lopez.rodriguez@udc.es l.romera@udc.es	
Web	moodle.udc.es (4514003-E3-MICCP)				
Descripción general	El objetivo global de la asignatura es adquirir los fundamentos teóricos y prácticos del análisis de estructuras mediante el Método de Elementos Finitos (MEF). Para ello se plantean los siguientes objetivos parciales: - Comprender las bases teóricas del MEF, tipos de elementos, características y tipologías de aplicación en ingeniería civil. - Aplicar el MEF utilizando programas de diseño y cálculo de estructuras por ordenador. - Despertar una visión crítica del alumno sobre los resultados obtenidos. - Iniciar al alumno en el análisis no lineal de estructuras.				

Competencias / Resultados del título	
Código	Competencias / Resultados del título
A1	Capacitación científico-técnica y metodológica para la asesoría, el análisis, el diseño, el cálculo, el proyecto, la planificación, la dirección, la gestión, la construcción, el mantenimiento, la conservación y la explotación en los campos relacionados con la Ingeniería Civil: edificación, energía, estructuras, geotecnia, hidráulica, hidrología, ingeniería cartográfica, ingeniería marítima y costera, ingeniería sanitaria, materiales de construcción, medio ambiente, ordenación del territorio, transportes y urbanismo, entre otros
A2	Capacidad para comprender los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública
A7	Capacidad para plantear y resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en el ejercicio de la profesión. En particular, conocer, entender y utilizar la notación matemática, así como los conceptos y técnicas del álgebra y del cálculo infinitesimal, los métodos analíticos que permiten la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, la geometría diferencial clásica y la teoría de campos, para su aplicación en la resolución de problemas de Ingeniería Civil
A8	Utilización de los ordenadores para la resolución de problemas complejos de ingeniería. Utilización de métodos y modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos y de inteligencia artificial en el contexto de sus aplicaciones en la resolución de problemas del ámbito estricto de la Ingeniería Civil
A9	Capacidad para resolver numéricamente los problemas matemáticos más frecuentes en la ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos numéricos avanzados de cálculo, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos en el contexto de la ingeniería civil, la mecánica computacional y/o la ingeniería matemática, entre otros

A11	Capacidad para documentarse, obtener información y aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimientos de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan, incluyendo la caracterización microestructural. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar los métodos, procedimientos y equipos que permiten la caracterización mecánica de los materiales, tanto experimentales como analíticos. Conocimiento teórico y práctico avanzados de las propiedades de los materiales de construcción más utilizados en ingeniería civil. Capacidad para la aplicación de nuevos materiales a problemas constructivos.
A12	Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales del movimiento mecánico y del equilibrio de los cuerpos materiales, y capacidad para su aplicación en la resolución de problemas de Mecánica Racional en ámbitos propios de la ingeniería como son la Mecánica de los Medios Continuos, la Mecánica de Fluidos, la Teoría de estructuras, etc
A17	Capacidad para analizar y comprender como las características de las estructuras influyen en su comportamiento, así como conocer las tipologías más usuales en la Ingeniería Civil. Capacidad para utilizar métodos tradicionales y numéricos de cálculo y diseño de todo tipo de estructuras de diferentes materiales, sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados. Conocimiento de las diferentes tipologías de puentes metálicos, de hormigón y mixtos, su comportamiento estructural, los métodos de cálculo y los procedimientos constructivos empleados.
A18	Conocimiento teórico y práctico para el análisis no lineal y dinámico estructural, con especial hincapié en el análisis sísmico, mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo dinámico de estructuras por ordenador, a partir del conocimiento y comprensión de las cargas dinámicas más habituales y su aplicación a las tipologías estructurales de la Ingeniería Civil.
B1	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.
B2	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
B3	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
B4	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
B5	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
B6	Resolver problemas de forma efectiva
B7	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo
B8	Trabajar de forma autónoma con iniciativa
B9	Trabajar de forma colaborativa
B11	Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo
B12	Reciclaje continuo de conocimientos en una perspectiva generalista en el ámbito global de actuación de la Ingeniería Civil
B13	Aprovechamiento e incorporación de las nuevas tecnologías
B16	Comprensión de la necesidad de analizar la historia para entender el presente
B18	Facilidad para la integración en equipos multidisciplinares
B19	Comprender la importancia de la innovación en la profesión
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
C2	Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero.
C3	Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.
C9	Capacidade para organizar e planificar
C13	Claridade na formulación de hipóteses
C15	Capacidade de traballo persoal, organizado e planificado
C21	Capacidade de realizar probas, ensaios e experimentos, analizando, sintetizando e interpretando os resultados

Resultados de aprendizaje	
Resultados de aprendizaje	**Competencias / Resultados del título**

Capacidad de plantear, ejecutar y analizar modelos de elementos finitos adecuados al problema que desea resolver y capacidad de interpretar los resultados numéricos obtenidos del análisis lineal y no lineal de estructuras	AM1 AM2 AM7 AM8 AM9 AM11 AM12 AM17 AM18	BM1 BM2 BM3 BM4 BM5 BM6 BM7 BM8 BM9 BM11 BM12 BM13 BM16 BM18 BM19	CM1 CM2 CM3 CM9 CM13 CM15 CM21

Contenidos	
Tema	**Subtema**
Introducción al método de los elementos finitos	Sistemas discretos y continuos: elementos, nudos y grados de libertad. Etapas del proceso de solución. Tipos de elementos. Obtención de las ecuaciones de equilibrio. Matriz de rigidez y vectores de carga. Ejemplos de aplicación.
Elemento unidimensional barra a axil	Discretización. Elemento lineal: funciones de forma y formulación isoparamétrica. Principio de trabajos virtuales (PTV). Matrices elementales. Elementos lagrangianos de orden superior. Ejemplos.
Elementos finitos en elasticidad bidimensional	Teoría de elasticidad 2D. Elemento triangular lineal, PTV y discretización. Ecuaciones de equilibrio. Movimientos y magnitudes derivadas. Elemento rectangular bilineal. Propiedades de la solución y convergencia. Elementos lagrangianos y serendipitos de orden superior. Formulación isoparamétrica. Integración analítica y numérica. Estabilidad, convergencia e integración. Mejoras del elemento C4. Estudio comparativo de los elementos. Ejemplos.
Introducción al programa comercial de EF Abaqus	Estructura. Módulos. Tipos de mallas. Elementos. Cargas, casos de carga y condiciones de contorno. Comprobaciones, cálculo y visualización. Módulos de análisis.
Elementos finitos tridimensionales	Elasticidad 3D. Ecuaciones constitutivas. PTV. Elementos tetraédricos y hexaédricos. Formulación isoparamétrica e integración. Análisis comparativo. Efecto de la distorsión. Ejemplos de aplicación.
Elementos viga	Teoría de Navier-Bernouilli. Elemento viga hermítico de clase C1. Cortante. Elemento viga de Timoshenko de clase C0. Análisis comparativo. Estructuras 2D y 3D. Condiciones de contorno. Ejemplos.
Elementos placa	Teoría de placas. Placa de Kirchhoff y placa de Reissner-Mindlin. Equilibrio y relaciones momento-curvatura. PTV. Elementos placa delgada: elementos de clase C1 MCZ y DKT. Elementos placa gruesa. Integración y bloqueo de la solución. Cálculo de esfuerzos y tensiones Efecto del esviaje. Ejemplos.
Elementos lámina	Formulaciones y tipos de elementos. Elementos lámina plana: Teorías de Reissner-Mindlin y Kirchhoff. PTV. Matrices elementales. Problemas de coplanariedad. Elementos lámina espacial curva. Ejemplos.

Introducción al análisis no lineal de estructuras mediante el MEF	Tipos de no linealidades. Esquemas de control, métodos iterativos y convergencia.Tensores de deformaciones y tensiones. No linealidad geométrica, del material y contacto. Ejemplos.
Temas complementarios	Estimación del error. Aspectos computacionales. Mallas adaptativas. Subestructuración. Problemas térmicos. Elementos axisimétricos y de revolución. Análisis dinámico mediante el MEF.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A1 A2 A7 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B7 B19 B16 C13	24	48	72
Solución de problemas	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	25	37.5	62.5
Prueba objetiva	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	2.5	0	2.5
Trabajos tutelados	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	3	9	12
Atención personalizada		1	0	1
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Exposición de contenidos conceptuales de los diversos temas.
Solución de problemas	Resolución de las prácticas análiticas y numéricas de los diferentes temas planteadas por los profesores.
Prueba objetiva	Examen escrito y mediante ordenador de los contenidos de la asignatura.
Trabajos tutelados	Los alumnos pueden realizar de forma voluntaria las prácticas analíticas y de ordenador planteadas por los profesores durante el curso.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción

Prueba objetiva Sesión magistral Trabajos tutelados Solución de problemas	Los alumnos deberán resolver las dudas que se les planteen antes o después de que las prácticas de cada tema hayan sido resueltas en el aula por los profesores de la asignatura. De la misma forma, los alumnos pueden resolver las dudas asociadas a las sesiones magistrales o a los trabajos tutelados con cualquiera de los profesores de la asignatura. Los alumnos pueden acudir a tutoría individualmente o en grupo.

Evaluación			
Metodologías	**Competencias / Resultados**	**Descripción**	**Calificación**
Prueba objetiva	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	Examen de la asignatura con contenidos teóricos, de resolución de problemas analíticos y de resolución de un problema numérico por ordenador con el programa Abaqus.	100
Trabajos tutelados	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	Los trabajos voluntarios realizados por los alumnos se entregarán en los plazos establecidos durante el cuatrimestre y serán valorados por los profesores de la asignatura.	20
Otros			

Observaciones evaluación
La nota final se obtiene sumando la nota obtenida en el examen, y la nota obtenida en los trabajos voluntarios. Para aprobar la asignatura es necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la parte teórica del examen, y un mínimo de 4 sobre 10 en la parte práctica del examen de uso del programa Abaqus. La nota final se calcula sumando a la nota del examen la nota de las prácticas voluntarias con un valor máximo de éstas de 2 sobre 10. Para aprobar la asignatura es necesario obtener una nota final igual o superior a 5 y cumplir la condición de nota mínima establecida para las dos partes del examen.

Fuentes de información	
Básica	- Cook R., Malkus D., Plesha. M. (1989). Concepts and applications of finite element analysis. John Wiley - E. Oñate (1992). Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos. CIMNE - Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L (2000). The finite element method (fifth ed.). Vol 1: The Basis, Vol2: Solid mechanics. Thomas Telford - T.J. Hughes (1987). The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Prentice-Hall - K.J. Bathe (1996). Finite Element Procedures. Prentice-Hall - Hinton, E., Owen, D.R.J (1980). Introduction to finite element computations. Pineridge Press - Chandrupatla T.R., Belegundu A. (1997). Introduction to finite elements in engineering. Prentice Hall - Anderson W.J. (1994). Linear static finite element analysis. Online training.. Automated Analysis Corporation
Complementária	

Recomendaciones
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Asignaturas que continúan el temario
Puentes II/632514023
Cálculo sísmico y aeroelástico de estructuras/632514026
Análisis avanzado de estructuras/632514028
Diseño óptimo de estructuras/632514025
Cálculo dinámico de estructuras/632514024
Otros comentarios
Se requiere conocimiento de los aspectos básicos del cálculo de estructuras.
Es aconsejable el conocimiento de programas de cálculo de estructuras.

(*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías