



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000427 - Comportamiento no lineal de estructuras

PLAN DE ESTUDIOS

04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	43000427 - Comportamiento no lineal de estructuras
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04AM - Master universitario ingeniería de estructuras, cimentaciones y materiales
Centro en el que se imparte	04 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Maria Arrieta Torrealba (Coordinador/a)	Sótano 1	josemaria.arrieta@upm.es	M - 08:30 - 11:30 X - 08:30 - 11:30
Florencio J.del Pozo Vindel	Sótano 1	florencio.delpozo@upm.es	M - 08:30 - 10:30 X - 08:30 - 10:30

Maria Mercedes Madrid Ramos	Planta 9	mariamercedes.madrid@up m.es	J - 18:00 - 21:00
--------------------------------	----------	---------------------------------	-------------------

* 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

El plan de estudios Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Análisis matemático, Cálculo diferencial e integral, Álgebra vectorial y tensorial, Análisis vectorial y tensorial, Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, Mecánica, Resistencia de materiales, Cálculo lineal de estructuras.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

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.

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

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

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

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

CE1 - Capacidad para la resolución de problemas de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica de infraestructuras que involucren el comportamiento no lineal de estructuras y se planteen en contextos globalizados

CE13 - - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Análisis y diseño estructural en régimen dinámico y/o no lineal.

CG1 - Polivalencia para extender a ámbitos afines las competencias generales adquiridas en el ámbito temático del título.

CG2 - Capacidad de ejercer las funciones de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica mediante el uso de normativa europea e internacional.

CG3 - Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en Ingeniería Estructural, Geotécnica y de Materiales Estructurales.

CT2 - Capacidad de organizar y dirigir los esfuerzos de un equipo

4.2. Resultados del aprendizaje

RA20 - Conoce las causas de no linealidad geométrica en estructuras y los métodos de cálculo en los distintos niveles.

RA25 - Conoce el formato de seguridad necesario para poder realizar comprobaciones estructurales mediante cálculos no lineales en estructuras reales.

RA23 - Conoce la influencia de las diversas causas de no linealidad en el análisis dinámico de estructuras y los métodos de cálculo aplicables.

RA24 - Conoce los métodos numéricos para resolver los cálculos estructurales no lineales.

RA21 - Conoce las causas de no linealidad debida al material en estructuras, sus leyes constitutivas y los métodos de cálculo estructural aplicables.

RA22 - Conoce las causas de no linealidad en estructuras originadas por las condiciones de sustentación y los métodos de cálculo estructural aplicables.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Análisis de las causas de no linealidad geométrica, del material y de las condiciones de sustentación, y métodos de cálculo estructural aplicables. Influencia de las diversas causas de no linealidad en el análisis dinámico de estructuras. Métodos numéricos de resolución de problemas estructurales no lineales en régimen estático o dinámico. Formato de seguridad en análisis no lineales.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción

1.1. Comportamiento no lineal de estructuras. Causas de la no linealidad: geometría, material, otras. Consecuencias de la no linealidad. Ejemplos.

2. No linealidad geométrica

2.1. Tipos de no linealidad geométrica. Grandes desplazamientos, grandes giros, grandes deformaciones. Segundo orden.

2.2. Planteamiento analítico. Cálculo de segundo orden en barras y lajas. Carga crítica de Euler.

2.3. Método de la matriz de rigidez geométrica. Aplicación al cálculo matricial de estructuras de barras. Aplicación al método de los Elementos Finitos.

2.4. Método de grandes desplazamientos. Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos. Resolución de problemas con cables y mallas tesas.

3. No linealidad del material

3.1. Tipos de no linealidad del material. Comportamiento elástico no lineal, plástico, viscoelástico, fisuración, elementos de elasticidad y elementos estructurales.

3.2. Modelos de comportamiento del material. Elasticidad no lineal, plasticidad, viscoelasticidad.

3.3. Modelos de comportamiento seccional. Diagramas momento curvatura. Modelo multicapa. Ductilidad.

3.4. Métodos de cálculo estructural. Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos. Ejemplos: estructuras de hormigón, acero y mixtas.

3.5. Combinación de ambas no linealidades. Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos. Métodos simplificados. Planteamiento normativo.

4. Otras no linealidades

4.1. Condiciones de contorno. Condiciones de sustentación. Problemas de contacto: deslizamiento, rodadura, rozamiento, anclaje, etc.

5. Dinámica no lineal de estructuras

5.1. Cálculo Dinámico no lineal. Causas de no linealidad dinámica. Métodos de integración explícitos e implícitos. Aplicación a cálculo matricial y método de los Elementos Finitos.

6. Resolución de los cálculos estructurales no lineales

6.1. Métodos numéricos de resolución. Métodos iterativos e incrementales (paso a paso).

7. La seguridad en cálculos estructurales no lineales

7.1. Formato de seguridad en cálculo no lineal. Influencia de la no linealidad en el formato de seguridad. Método de los coeficientes parciales.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Apartados 1.1 y 2.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 1.1 y 2.1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
2	Apartado 2.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartado 2.2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3	Apartado 2.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartado 2.3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
4	Apartados 2.3 y 2.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 2.3 y 2.4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5	Apartado 2.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartado 2.4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
6	Apartados 3.1 y 3.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 3.1 y 3.2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
7	Apartado 3.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartado 3.2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
8	Apartados 3.2 y 3.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 3.2 y 3.3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
9	Apartados 3.3 y 3.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 3.3 y 3.4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
10	Apartados 3.4 y 3.5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 3.4 y 3.5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
11	Apartado 3.5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartado 3.5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
12	Apartados 3.5 y 4.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 3.5 y 4.1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
13	Apartados 4.1 y 5.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 4.1 y 5.1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
14	Apartados 5.1 y 6.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartados 5.1 y 6.1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

15	Apartado 7.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Apartado 7.1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
16				
17				Examen Final Ordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:00 Ejercicios desarrollados por el alumno TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00 Examen Final Ordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final Ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CB7 CB9 CB10 CG1 CG2 CG3 CT2 CE1 CB8 CE13 CB6
17	Ejercicios desarrollados por el alumno	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	40%	/ 10	

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final Ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB7 CB9 CB10 CG1 CG2 CG3 CT2 CE1 CB8 CE13 CB6

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final Extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB7 CB9 CB10 CG1 CG2 CG3 CT2 CE1 CB8 CE13 CB6

7.2. Criterios de evaluación

Criterios de Evaluación Continua

1) Trabajo de clase (10%)

Se valorará el trabajo de clase mediante el control estadístico de asistencia y la participación activa del alumno durante las clases.

2) Resolución individual de ejercicios y problemas (30%)

Resolución individual de ejercicios de las materias tratadas en clase, que será realizada por el alumno de forma autónoma. Los ejercicios se entregarán de acuerdo con un calendario programado para su evaluación.

3) Examen Final (60%)

Consiste en un único examen, de duración aproximada de tres horas, que consistirá en resolución de ejercicios prácticos o teóricos, relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

La calificación final de la asignatura será la mayor de las dos siguientes:

- La media ponderada de las tres calificaciones anteriores
- La calificación obtenida en el Examen Final

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación igual o superior a cinco puntos sobre diez.

Criterios de Evaluación sólo por Prueba Final

Consiste en un único examen, igual al Examen Final descrito para Evaluación Continua. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final en el examen igual o superior a cinco puntos sobre diez.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bathe, K.J. Finite Element Procedures in Engineering Analysis Prentice Hall, Inc., 1982	Bibliografía	
Clough, R.W. y Penzien, J. Dynamics of structures Mac Graw-Hill International	Bibliografía	
Crisfield, M.A. Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures John Wiley & Sons Ltd, 1991	Bibliografía	
Zienkiewicz, O.C. y Taylor, R.L. El método de los elementos finitos. Mecánica de sólidos. CIMNE, 2010	Bibliografía	
En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información.	Recursos web	
Biblioteca del departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras	Equipamiento	