

## GUÍA DOCENTE ABREVIADA DE LA ASIGNATURA

M1445 - Cálculo Avanzado de Estructuras

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso Académico 2019-2020

| 1. DATOS IDENTIFICATIVOS |   |                  |                   |                      |                      |
|--------------------------|---|------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Título/s                 | Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos        |                  |                   | Tipología y Curso    | Obligatoria. Curso 1 |
| Centro                   | Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos    |                  |                   |                      |                      |
| Módulo / materia         | CÁLCULO AVANZADO DE ESTRUCTURAS<br>TECNOLOGÍA ESPECÍFICA EN ESTRUCTURAS |                  |                   |                      |                      |
| Código y denominación    | M1445 - Cálculo Avanzado de Estructuras                                 |                  |                   |                      |                      |
| Créditos ECTS            | 3   | Cuatrimestre     | Cuatrimestral (2) |                      |                      |
| Web                      |   |                  |                   |                      |                      |
| Idioma de impartición    | Español   | English friendly | No                | Forma de impartición | Presencial           |

|                      |  |  |  |  |  |
|----------------------|--|--|--|--|--|
| Departamento         | DPTO. INGENIERIA ESTRUCTURAL Y MECANICA  |  |  |  |  |
| Profesor responsable | JOSE RAMON GONZALEZ DE CANGAS  |  |  |  |  |
| E-mail               | ramon.gonzalez@unican.es   |  |  |  |  |
| Número despacho      | E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Planta: + 2. DESPACHO (2040) |  |  |  |  |
| Otros profesores     | GUILLERMO CAPELLAN MIGUEL<br>RAFAEL DIEZ ALMAGRO                                 |  |  |  |  |

### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- 1. Comprensión del comportamiento estructural y de la respuesta a dicho comportamiento de los modelos y métodos de cálculo que lo idealizan, para los diferentes tipos de acciones. Comprensión de las magnitudes que intervienen en la respuesta estructural.
2. Comprensión de la realidad de las cargas que pueden actuar sobre una estructura (estáticas, cinemáticas y dinámicas) y su correcta consideración en los modelos y programas de computador de cálculo general de estructuras.
3. Comprensión de los diferentes métodos de cálculo estático y dinámico de estructuras, de sus aplicaciones y limitaciones, y su adaptación a los programas comerciales de computador existentes en la actualidad.
4. Comprensión de las particularidades que caracterizan y diferencian el comportamiento de una estructura bajo acciones dinámicas en comparación con su comportamiento bajo acciones estáticas.
5. Comprensión de las características de las acciones sísmicas como caso particular de las acciones dinámicas.
6. Capacidad para el análisis estático y dinámico de tipos estructurales sencillos y comprensión de su comportamiento resistente.
7. Capacidad para el análisis crítico de los resultados de un cálculo estructural estático o dinámico.
8. Conocimiento de las normativas y códigos (españoles y eurocódigos) donde se contemplan las diferentes acciones, estáticas, cinemáticas, dinámicas, en general, y sísmicas, en particular, que hay que considerar en el cálculo estructural para el análisis de los diferentes estados límites.
9. Capacidad para la iniciación en el uso de programas comerciales de computador de cálculo general de estructuras, estático o dinámico, y conocimiento de la teoría que los sustenta.

### 4. OBJETIVOS

Los principales objetivos de la asignatura están encaminados, por una parte, a que el alumno aprenda los conceptos de acciones y sistemas estructurales, estáticos y dinámicos, y distinga las particularidades que los caracterizan y diferencian. Mediante modelos elementales de un grado de libertad, establecerá la ecuación, estática o dinámica, que rige el problema estructural y aprenderá a resolverla para diferentes tipos de solicitaciones. De la resolución de la ecuación estática deducirá y comprenderá el concepto de rigidez, y de la dinámica, los conceptos de frecuencia y periodo propio de vibración, resonancia, amortiguamiento estructural y factor de amplificación dinámica, con sus implicaciones y correspondientes aplicaciones prácticas. Por otra parte, consolidará el conocimiento de las técnicas de cálculo matricial de estructuras (métodos de flexibilidad y rigidez) para la resolución de problemas estructurales generales. Mediante la técnica de cálculo matricial en rigidez, aprenderá a resolver problemas de cálculo dinámico de estructuras en el dominio del tiempo por el método de superposición modal, comprendiendo los conceptos de frecuencias y modos de vibración, y de matriz de amortiguamiento ortogonal. Finalmente, aprenderá el concepto de espectro de respuesta para su aplicación a la resolución de un problema de cálculo de estructuras bajo acciones sísmicas, mediante el método de análisis modal-espectral. En particular, deberá conocer los espectros de respuesta de la norma sismorresistente española y del eurocódigo. Por último, en clases prácticas de laboratorio, y mediante la resolución de determinados ejemplos, se iniciará en la utilización de alguno de los programas de computador de cálculo general de estructuras (estático y dinámico) existentes en la actualidad.

**6. ORGANIZACIÓN DOCENTE**

**CONTENIDOS**

|   |  |
|---|--|
| 1 | <p>1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL LINEAL Y NO LINEAL</p> <p>1.1. Conceptos de linealidad y no linealidad en el cálculo de estructuras. Condiciones de linealidad. Cálculo lineal y no lineal bajo acciones estáticas.</p> <p>1.2. Concepto de acciones y sistemas estructurales estáticos y dinámicos, y sus características. Tipos de acciones: estáticas, cuasi-estáticas, cinemáticas y dinámicas. Tipos de vibraciones. Métodos de discretización.</p>  |
| 2 | <p>2. TEOREMAS ENERGÉTICOS</p> <p>2.1. Teoremas energéticos en cálculo de estructuras. Principios fundamentales y teoremas derivados. Aplicaciones prácticas en el cálculo convencional de estructuras.</p> <p>2.2. Aplicación de los teoremas energéticos a la formulación indirecta de la ecuación dinámica en sistemas de 1 GDL como alternativa al método de equilibrio. Sistemas generalizados de 1 GDL. Elementos rígidos. Placas.</p> <p>2.3. Resolución de la ecuación dinámica: Vibraciones libres. Conceptos de frecuencia fundamental y periodo propio de vibración. Amortiguamiento estructural y decrecimiento logarítmico. Vibraciones forzadas armónicas: Concepto de resonancia. Factor de amplificación dinámica. Vibraciones forzadas periódicas, impulsivas y arbitrarias. Integral de Duhamel.</p>                                   |
| 3 | <p>3. MÉTODOS MATRICIALES DE EQUILIBRIO Y FLEXIBILIDAD</p> <p>3.1. Matrices de equilibrio en sistemas estructurales estáticamente determinados.</p> <p>3.2. Matrices de flexibilidad en sistemas estructurales estáticamente indeterminados.</p> <p>3.3. Aplicaciones prácticas al cálculo convencional de estructuras.</p> <p>3.4. Cálculo indirecto de la matriz de rigidez de una estructura a partir de la matriz de flexibilidad. Aplicaciones prácticas.</p>   |
| 4 | <p>4. MÉTODO MATRICIAL DE RIGIDEZ</p> <p>4.1. Cálculo directo de la matriz de rigidez de una estructura. Vectores de cargas. Aplicación práctica a la resolución de problemas estructurales generales</p> <p>4.2. Aplicación del método matricial de rigidez al cálculo de sistemas dinámicos de N GDL. Matrices de masas y de amortiguamiento ortogonales. Planteamiento general de la ecuación matricial dinámica. Vibraciones libres. Obtención de frecuencias y modos. Coordenadas modales. Matriz modal</p> <p>4.3. Vibraciones forzadas. Transformación a coordenadas modales. Respuesta dinámica en el dominio del tiempo. Método de superposición modal.</p> <p>4.4. Aplicaciones prácticas.</p>   |
| 5 | <p>5. TIPOS DE ACCIONES EN LA NORMATIVA. PROGRAMAS DE COMPUTADOR</p> <p>5.1. Definición de las acciones en el cálculo de estructuras. Tipos de acciones estáticas y cinemáticas en la normativa española y en los eurocódigos, y sus combinaciones para la verificación de los estados límites.</p> <p>5.2. Acciones extraordinarias de carácter sísmico: Aspectos fundamentales de las acciones sísmicas. Concepto de espectro de respuesta y su consideración en la normativa.</p> <p>5.3. Obtención de la respuesta estructural bajo acciones sísmicas en sistemas de 1 GDL y de N GDL: Análisis modal espectral. Concepto de ductilidad. Aplicaciones prácticas y recomendaciones constructivas.</p> <p>5.4. Características y utilización práctica de los programas comerciales de computador en el cálculo estático y dinámico de estructuras.</p> |

## 7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

| Descripción   | Tipología      | Eval. Final | Recuper. | %             |
|---|----------------|-------------|----------|---------------|
| Examen parcial  | Examen escrito | No          | Sí       | 40,00         |
| Examen final  | Examen escrito | Sí          | Sí       | 60,00         |
| <b>TOTAL</b>  |                |             |          | <b>100,00</b> |
| <b>Observaciones</b>  |                |             |          |               |
| <p>En relación con los acuerdos adoptados en la sesión ordinaria de la Junta de Escuela celebrada el día 10 de Junio de 2010, se establece que, con respecto a las actividades de evaluación que tengan el carácter de recuperables, Como criterio general y salvo que en esta guía se especifique una cosa diferente, un alumno sólo podrá presentarse a la recuperación de aquellas actividades que no haya superado, es decir, en las que no haya obtenido una calificación mínima de cinco sobre diez.</p> <p>Como criterio general y salvo que en esta guía se especifique una cosa diferente, en el período de recuperación el procedimiento de evaluación de una actividad será el mismo que el de la actividad que la origina.</p> <p>Nota: Según el real decreto RD 1125/2003 sobre el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, los resultados obtenidos por el alumno en cada una de las materias del plan de estudios se calificarán en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:<br/>           0,0-4,9: Suspenso (SS).<br/>           5,0-6,9: Aprobado (AP).<br/>           7,0-8,9: Notable (NT).<br/>           9,0-10: Sobresaliente (SB).</p> |                |             |          |               |
| <b>Observaciones para alumnos a tiempo parcial</b>  |                |             |          |               |
| Los estudiantes matriculados a tiempo parcial podrán examinarse de toda la asignatura en el examen final, cumpliendo los requisitos exigidos al resto de alumnos en dicho examen.   |                |             |          |               |

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

### BÁSICA

CÁLCULO MATRICIAL DE ESTRUCTURAS. Avelino Samartín Quiroga y José Ramón González de Cangas . Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (2001). ISBN-84-380-0179-3.

INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DINÁMICO DE ESTRUCTURAS. Juan Miquel Canet y Alex H. Barbat. CIMNE, 2015.

NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE NCSE 02

Esta es la Guía Docente abreviada de la asignatura. Tienes también publicada en la Web la información más detallada de la asignatura en la Guía Docente Completa.