

| MÓDULO   | MATERIA                                      | CURSO | SEMESTRE  | CRÉDITOS | TIPO        |
|--|--|-------|---|----------|-------------|
| FORMACIÓN TÉCNICA  | ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS HISTÓRICOS | 1º    | 1º  | 4        | Obligatoria |
| PROFESOR(ES)   |  |       | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.) |          |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Javier Suárez Medina (<a href="mailto:fjsuarez@ugr.es">fjsuarez@ugr.es</a>)</li> <li>Rafael Bravo Pareja (<a href="mailto:rbravo@ugr.es">rbravo@ugr.es</a>)</li> <li>Antonio Ruiz Sánchez (<a href="mailto:antonioruiz@ugr.es">antonioruiz@ugr.es</a>)</li> </ul> |  |       | ETS Arquitectura. Campo del Príncipe. Planta 4. GRANADA   |          |             |
|  |  |       | HORARIO DE TUTORÍAS   |          |             |
|  |  |       | Consultar web: <a href="http://meih.ugr.es/">http://meih.ugr.es/</a>                                |          |             |
| MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE  |  |       | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR  |          |             |
| MÁSTER UNIVERSITARIO HABILITANTE EN ARQUITECTURA   |  |       | MÁSTER DE ESTRUCTURAS (UGr)<br>MÁSTER DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS (UGr)             |          |             |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)  |  |       |   |          |             |
|  |  |       |   |          |             |

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)**

El contenido de la asignatura desarrolla el fundamento teórico y el proceso metodológico de los distintos sistemas de análisis estructural en edificios históricos, contrastando los resultados obtenidos con la aplicación a casos reales, estructurado en los siguientes bloques temáticos:

- Mecánica de estructuras antiguas: el arco de fábrica, la cúpula, bóvedas, torres y muros, son analizados a partir de formulaciones clásicas, mediante análisis límite y métodos gráficos.
- Patología y rehabilitación estructural: se detallan y contrastan los distintos métodos de análisis de la estructura de fábrica, a partir del estudio de su fundamento teórico y su aplicación a casos reales.



## COMPETENCIAS GENERALES, ESPECÍFICAS Y TRANSVERSALES

### Competencias Generales:

- **CG1.** Conocimiento de los métodos de investigación y preparación de proyectos de construcción.
- **CG2.** Crear proyectos arquitectónicos que satisfagan a su vez las exigencias estéticas y las técnicas, y los requisitos de los usuarios del edificio respetando los límites impuestos por los factores presupuestarios y la normativa sobre construcción.

### Competencias Específicas:

- **CE9.** Aptitud para intervenir en y conservar, restaurar y rehabilitar el patrimonio construido.

### Competencias Transversales:

- **CT5.** Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Comprender el fundamento teórico y el proceso metodológico, de los distintos sistemas de análisis estructural de obras de fábrica.
- Aptitud para analizar el comportamiento estructural de edificios históricos.
- Conocimiento adecuado de los sistemas constructivos en edificios históricos y su papel desde el punto de vista estructural.
- Capacidad para identificar las causas de posibles patologías derivadas de la respuesta estructural en edificios históricos.



## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### MECÁNICA DE LAS ESTRUCTURAS ANTIGUAS

1. **Introducción.** Criterios estructurales. Análisis moderno. La solución elástica. La teoría plástica. La estructura de fábrica. La escala, la forma, el tamaño. Los materiales. Hipótesis fundamentales.

2. **El arco de fábrica.** Teoría estructural de las fábricas. Geometría funicular. El coeficiente geométrico de seguridad. El teorema fundamental de la seguridad. El arco fisurado. La escala de tiempo en los asientos. Modelos. Proyecto de un arco. Ejercicio práctico: dimensionamiento de un arco de medio punto mediante la determinación del antifunicular de las cargas. Aplicación a un caso real: el arco del acueducto de la Alhambra.

3. **Cúpulas.** La cúpula como membrana. Tensiones en cascaras. La cúpula semiesférica de espesor constante. Cálculo de la cúpula de base circular a partir de las hipótesis de Rankine y Schwedler. Métodos gráficos. Agrietamientos en cúpulas. Espesor mínimo de una cúpula semiesférica.

4. **Bóvedas.** La bóveda de cañón. La bóveda de crucería. Empuje en las bóvedas. Análisis de la bóveda de arista sobre apoyos aislados. Pináculo. Arbotante.

5. **Torres y agujas.** Estabilidad. Ejemplos.

### PATOLOGÍA Y REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL: DIAGNOSIS ESTRUCTURAL Y REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS

6. **Fiabilidad de la construcción histórica.** Criterios de fiabilidad. Valoración del riesgo. Advertencias relacionadas con el tipo de estructura. Investigaciones estructurales y de materiales. Modelización y seguimiento. Ensayos destructivos. Ensayos no destructivos: radar, termografía, métodos sínicos, sonda tomografía, endoscopia, presurómetro, gatos planos. Modelización numérica y contraste experimental. Diagnóstico dinámico. Proyecto de seguimiento. Inspección preliminar. Instrumentación. Ejemplos.

7. **Muros resistentes de fábrica de ladrillo.** Normativa. Tipología. Disposiciones constructivas. Dimensionamiento. Estabilidad. Muros de termoarcilla.

8. **Grietas y fisuras.** Grietas y fisuras como elemento de diagnóstico. Interpretación en obras de fábrica. Patología de las obras de fábrica: elementos resistentes y elementos soportados. Apeos.

9. **Estructuras de madera.** Propiedades estructurales de la madera. Principios generales del análisis estructural. Disposiciones constructivas. Uniones. Normativa. Madera laminada encolada. Fabricación de elementos estructurales de madera encolada. Comportamiento de la madera ante el fuego. Elementos estructurales de madera: pórticos, jácenas, entramados horizontales. Apoyos sobre muros. Apoyos sobre jácenas. Entramados verticales. Escaleras. Cubiertas.

10. **Patología de la madera.** Defectos y enfermedades de la madera. Agentes destructores de la madera. Protección de la madera. Actuaciones.



## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Boothby, Thomas E. (2015). *Engineering Iron and Stone. Understanding Structural Analysis and Design Methods of the Late 19th Century*. ASCE PRESS.
- Flügge W. (1960). *Stresses in Shells*.
- Heyman, J. (1999). *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Instituto Juan de Herrera.
- Mas-Guindal Lafarga, Antonio (2011). *Mecánica de las estructuras antiguas*. Editorial Munilla-Lería.
- Salinger, R. *Estática aplicada*.
- Timoshenko y Young. (1981). *Teoría de las estructuras*. URMO s.a. de ediciones.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Argüelles R. y Arriaga F. (2003). *Estructuras de madera. Diseño y Cálculo*.
- Heyman, J. (1977). *Equilibrium of Shell Structures*.
- Heyman, J. (1982). *The masonry arch*. Chichester: Ellis Horwood.
- Heyman, J. (1995). *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica*. Madrid. Instituto Juan de Herrera. CEHOPU.
- Heyman, J. (1998). *Structural analysis: a historical approach*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Philip Ball (2008). *Universe of Stone*. Harper Perennial.
- Timoshenko S. & Woinowsky K. (1959). *Theory of Plates and Shells*.

## METODOLOGÍA DOCENTE

La docencia, de carácter teórico-práctico, se desarrollará en las siguientes fases:

- *Estudio previo a las clases teóricas*: el alumno asistirá a clase habiendo consultado previamente la materia objeto de la misma a partir de la bibliografía indicada por el profesor para el desarrollo de cada tema.
- *Clases teóricas*: durante las mismas el profesor se centrará en los conceptos fundamentales, propiciando la participación del alumnado.
- *Clases prácticas*: durante las clases prácticas se resolverán ejercicios propuestos por el profesor, de forma individual y en grupo; se propiciará la generación de debates, que hagan reflexionar sobre los conceptos fundamentales.
- *Ejercicios prácticos, con enunciado personalizado para cada alumno*. el alumno los



resolverá en casa.

- *Trabajos de iniciación a la investigación*, sobre temas relacionados con la asignatura, propuestos por el profesor a solicitud del alumno.
- *Seminarios*: Asistencia a conferencias, workshops, congresos, charlas sobre temáticas relacionadas con la materia, que fomenten el debate y la reflexión en el alumnado.
- *Estudio posterior*: el alumno deberá estudiar para acabar de comprender los conceptos teóricos y ser capaz de aplicarlos a casos prácticos similares a los tratados en las clases de problemas.
- *Tutorías*: Favorecen la interacción directa entre alumno y profesor. Durante las mismas se supervisará el trabajo autónomo y grupal del alumnado, reorientándolo en los aspectos que en los que sea necesario, y orientar la formación académica-integral del estudiante.

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL)

**Evaluación continua:** la evaluación del rendimiento del alumno se realizará de forma continua durante el desarrollo del curso, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- asistencia, participación activa y realización de ejercicios de clase.
- ejercicios prácticos de curso, con enunciado personalizado, propuestos por el profesor.
- trabajos de iniciación a la investigación, sobre temas relacionados con la asignatura, propuestos por el profesor a solicitud del alumno; (*opcional*).
- examen (convocatorias ordinaria y extraordinaria).

**Criterios de ponderación:** la evaluación continua (ejercicios de clase, prácticas de curso, trabajos de iniciación a la investigación...) se concretará en el coeficiente de curso que será en todo caso superior a 1 ( $\text{Coef.}_{\text{curso}} \geq 1$ ).

La calificación final, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, se obtendrá aplicando el coeficiente de curso a la calificación obtenida en el examen, con un valor máximo de diez (10):

$$\text{Calificación final} = \text{Calificación examen} * \text{Coef.}_{\text{curso}}$$

Se supera la asignatura asistiendo al ochenta por ciento (80%) de las clases, y entregando correctamente resueltos los ejercicios de curso.

La asistencia a clase no es obligatoria. El alumno podrá solicitar la modalidad Evaluación Única Final, que consistirá en un examen teórico práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro.



Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada.

*Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del estudiantado.*

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

El alumno podrá solicitar la modalidad Evaluación Única Final, que consistirá en un examen teórico práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro.

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Se facilitará la comunicación electrónica entre el alumno y el profesor a través de la *Plataforma de Recursos de Apoyo a la Docencia de la UGr*: PRADO2. (<http://cevug.ugr.es/prado.html>).



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR

[masteres.ugr.es](http://masteres.ugr.es)