

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 14/07/2023

## Aplicación de la Mecánica de la Fractura al Hormigón Estructural (M63/56/1/32)

Máster

Máster Universitario en Estructuras

MÓDULO

Módulo Aplicado: Cálculo Avanzado

RAMA

Ingeniería y Arquitectura

CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Segundo

Créditos

3.60

Tipo

Optativa

Tipo de enseñanza

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Conocimientos previos de Mecánica de Medios Continuos.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

La mecánica de la fractura (MF) aplicada al hormigón estructural ofrece soluciones y métodos de análisis para el comportamiento de este material alternativas a las obtenidas con métodos elementales basados en la mecánica de medios continuos y comportamiento elástico-lineal del material. En este curso se introduce esta disciplina exponiendo los conceptos de la MF para materiales cuasifrágiles, incluyendo modelos cohesivos y se analiza el denominado "efecto tamaño". Se muestran los modelos de comportamiento para este material disponibles en programas comerciales de elementos finitos y su aplicación al hormigón estructural. El curso se complementa con la descripción de ensayos de laboratorio donde se obtiene la energía a fractura del hormigón, se observa el crecimiento de grieta y se analiza el efecto tamaño mostrado por la zona de ligamento del material.

### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIAS BÁSICAS



- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.
- 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural
- CG02 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño
- CG03 - Calcular la respuesta dinámica de las estructuras, comprender la naturaleza de las cargas sísmicas a las que están sometidas y utilizar metodologías avanzadas de diseño
- CG04 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta
- CG05 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE02 - Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales.
- CE06 - Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo estático.
- CE11 - Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural.
- CE13 - Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural.
- CE18 - Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno conocerá y comprenderá:

- Necesidad de aplicación de la mecánica de la fractura al hormigón estructural.
- Modelos de fisura cohesiva de Barenblatt.
- Modelos cohesivos aplicables al hormigón estructural.
- El efecto tamaño en el hormigón estructural.
- Ensayos de determinación de parámetros de fractura en hormigón: Aplicabilidad de la



MFEL.

- Aplicación de los modelos cohesivos mediante el MEF.
- Modelos para hormigón en ABAQUS I.
- Modelos para hormigón en ABAQUS II.
- Modelos multiescala.
- Aplicación a hormigones de altas prestaciones.

El alumno será capaz de:

- Aplicar a problemas de hormigón estructural los modelos adecuados de mecánica de la fractura
- Resolver problemas de fractura aplicados al hormigón estructural utilizando modelos computacionales simples y avanzados.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

1. Introducción a la Mecánica de la Fractura
2. Mecánica de la Fractura Elástica Lineal
3. Necesidad de aplicación de la mecánica de la fractura al hormigón estructural.
4. Introducción. Modelos de fisura cohesiva de Barenblatt.
5. Modelos cohesivos aplicables al hormigón estructural.
6. El efecto tamaño en el hormigón estructural.
7. Ensayos de determinación de parámetros de fractura en hormigón: Aplicabilidad de la MFEL.
8. Aplicación de los modelos cohesivos mediante el MEF.
9. Modelos para hormigón en ABAQUS I.
10. Modelos para hormigón en ABAQUS II.
11. Modelos multiescala.
12. Aplicación a hormigones de altas prestaciones.

### PRÁCTICO

1. Cálculo del FIT tamaño mediante de ábacos en probetas de carga y geometrías diversas
2. Evaluación del tamaño de la zona plástica
3. Evaluación de la tasa de energía disponible (G)
4. Evaluación de la integridad estructural mediante el MEF
5. Evaluación de elemento agrietado de hormigón mediante el método de la rótula virtual
6. Evaluación de elemento agrietado de hormigón mediante el MEF

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Anderson T.L. Fracture mechanics. Fundamental and applications. CRC Press, 1991.
- Cifuentes Bulte, H.; Medina Encina, F., Mecánica de la fractura aplicada al hormigón, Publicaciones de la Univ, 2013
- Karihaloo B.L. Fracture mechanics and structural concrete. Longman Scientific &



Technical, 1995.

- Shah, S.P. and Carpinteri, A. Fracture mechanics. Test methods for concrete. RILEM Report 5. Chapman and Hall, 1991

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Bazant Z.P. and others. Fracture mechanic of concrete: Concepts, models and determination of material properties. Commite 446 ACI, 1992.
- Bazant Z.P. Scaling of structural strength. Elsevier, 2002.
- Carpinteri A. Applications of fracture mechanics to reinforced concrete. Elsevier, 1992.
- Hillerborg A., Modier M. and Petersson P.E. Analysis of crack formation and crack growth in concrete by means of fracture mechanics and finite elements. Cement and Concrete Research V.6. pp: 773-782, 1976.
- Maekawa K., Pimanmas A. and Okamura H. Nonlinear mechanics of reinforced concrete. Spon Press, 2003.
- Bazant Z.P. and Planas J. Fracture and size effect in concrete and other quasibrittle materials. CRC Press, 1998.
- Shah, S.P., Swartz S.E. and Ouyang C. Fracture mechanics of concrete: Applications of fracture mechanics to concrete , rock and other quasibrittle materials. John Wiley and Sons, 1995.
- Van Mier, J.G.M. Fracture Processes of Concrete. CRC Press, 1997.
- Varios. Determination of the fracture energy of mortar and concrete by mean of three-point bend tests on notched beams. 50-FMC RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.18. pp: 285-290, 1985.
- Varios. Determination of fracture parameters (KIC s and CTODc) of plain concrete using treepoint bend tests. RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.23. pp: 457-460, 1991.
- Varios. Size-effect method for determining fracture energy and process zone size of concrete.
- TC-89-FMT RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.23. pp: 461-465, 1991.
- Varios. Quasibrittle fracture scaling and size effect. RILEM Final Report. Materials and Structures V.37. Pp: 547-56

### ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura

### METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD07 Análisis de fuentes y documentos
- MD08 Realización de trabajos en grupo
- MD09 Realización de trabajos individuales

### EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)



## EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación convocatoria ordinaria será continua y se realizará del siguiente modo:

1. **Actividades individuales y/o en grupo en clase supervisadas (20%):** Estas actividades se puntuarán independientemente y se establecerá una media entre las calificaciones obtenidas. La asistencia a actividades organizadas por el máster formará parte de la evaluación continua de la asignatura, y se valorará con un 5% por asistir y entregar la memoria correspondiente al menos 50% de los seminarios organizados en el cuatrimestre.
2. **Estudio y trabajo individual (30%):** Estas actividades consistirán en la realización de prácticas y resolución de cuestionarios individualizados en la plataforma Prado. Se puntuarán independientemente y para el cálculo de la nota se establecerá una media entre las calificaciones obtenidas.
3. **Trabajo Final (50%):** Esta actividad consistirá en un trabajo realizado individual o en grupo (se especificará) en el que se aplicarán todos los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la asignatura.

Los estudiantes están obligados a actuar en las pruebas de evaluación de acuerdo con los principios de mérito individual y autenticidad del ejercicio. Cualquier actuación contraria en ese sentido dará lugar a la calificación numérica de cero (artículo 10 de la NCG71/2). En consecuencia, la detección de una acción fraudulenta en cualquier actividad individual que se proponga supondrá una calificación final de cero.

## EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La prueba consistirá en un examen teórico-práctico en el que se recogen todos los contenidos de la asignatura, incluyendo ejercicios de computación.

## EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La prueba consistirá en un examen teórico-práctico en el que se recogen todos los contenidos de la asignatura, incluyendo ejercicios de computación.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

