

**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA****APLICACIONES DE LA MECÁNICA DE LA FRACTURA AL HORMIGÓN ESTRUCTURAL**

| MÓDULO  | MATERIA  | CURSO                 | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO     |
|---|--|-----------------------|----------|----------|----------|
| CÁLCULO AVANZADO  | Aplicaciones de la Mecánica de la Fractura al Hormigón Estructural | 1º                    | 2º       | 3,6      | Optativa |
| <b>MÁSTER EN QUE SE IMPARTE:</b>  |  | MÁSTER DE ESTRUCTURAS |          |          |          |
| <b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b>   |  |                       |          |          |          |
| Tener conocimientos previos sobre Mecánica de los Medios Continuos. Deberá haber cursado la asignatura "Mecánica Computacional II: Elementos Finitos"   |  |                       |          |          |          |
| <b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS</b>  |  |                       |          |          |          |
| La mecánica de la fractura 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 ABAQUS y su aplicación al hormigón estructural. El curso se complementa con 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. |  |                       |          |          |          |
| <b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>   |  |                       |          |          |          |
| <u>Competencias generales</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• CG3 - 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</li><li>• CG2 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño</li><li>• CG4 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta</li><li>• CG5 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado</li></ul>   |  |                       |          |          |          |
| <u>Competencias básicas</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• 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</li></ul>   |  |                       |          |          |          |



---

investigación

- CG1 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural
- 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 específicas

- CE2 - Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales.
- CE6 - 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.



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

*El alumno sabrá/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.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

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

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA:

- Anderson T.L. Fracture mechanics. Fundamental and applications. CRC Press, 1991.
- Bazant Z.P. and Planas J. Fracture and size effect in concrete and other quasibrittle materials. CRC Press, 1998.
- Bazant Z.P. Scaling of structural strength. Elsevier, 2002.
- Bazant Z.P. and others. Fracture mechanic of concrete: Concepts, models and determination of material properties. Commite 446 ACI, 1992.
- Carpinteri A. Applications of fracture mechanics to reinforced concrete. Elsevier, 1992.
- Hillerborg A., Modí@er 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.
- 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.



- 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: 547-568, 2004.

## ENLACES RECOMENDADOS

## METODOLOGÍA DOCENTE

| Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres) | Descripción de la Actividad Formativa            | Horas     | %Presencialidad |
|--|--|-----------|-----------------|
| AF1  | Clases teóricas                                  | 18        | 100             |
| AF2  | Clases prácticas                                 | 6         | 100             |
| AF3  | Trabajos tutorizados                             | 10        | 0               |
| AF4  | Tutorías   | 2         | 100             |
| AF5  | Trabajo autónomo del estudiante                  | 50        | 0               |
| AF6  | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0         | 0               |
| AF7  | Evaluación                                       | 4         | 100             |
| Horas totales y presenciales                   |  | <b>90</b> | <b>30</b>       |

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

| Codificación / número | Descripción del Sistema de Evaluación   | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|-----------------------|---|--------------------|--------------------|
| E1                    | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso                        | 30                 | 40                 |
| E2                    | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo)                                   | 40                 | 50                 |
| E3                    | Pruebas escritas  | 15                 | 25                 |
| E4                    | Presentaciones orales   | 0                  | 0                  |
| E5                    | Memorias  | 0                  | 0                  |
| E6                    | Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 5                  | 10                 |

## INFORMACIÓN ADICIONAL

