

## Ampliación de Elementos Finitos

---

**CRÉDITOS:** 3 ECTS

---

**PROFESOR/A COORDINADOR/A:** Juan M. Viaño Rey ([juan.viano@usc.es](mailto:juan.viano@usc.es))

---

**UNIVERSIDAD DESDE LA QUE IMPARTE EL PROFESOR/A COORDINADOR/A:** USC

---

**¿HA DADO O VA A DAR AUTORIZACIÓN PARA GRABAR LAS CLASES DE ESTA ASIGNATURA?** Si

---

**CONTENIDOS:**

1. Aproximación abstracta de problemas elípticos: Lema de Lax - Milgran, Lema de Céa.
  2. Aproximación de problemas elípticos de orden 2 en dimensión 2 y 3 con elementos finitos de Lagrange (triángulos, tetraedros, cuadriláteros y hexaedros): descripción y construcción de los espacios de elementos finitos, elementos de referencia, funciones de base, equivalencia afín.
  3. Estimación a priori del error para elementos afín equivalentes, calidad de los mallados, convergencia, familias regulares. Caso de dominios curvos.
  4. Programación en ordenador del método: matrices y segundos miembros elementales, fórmulas de cuadratura, ensamblado, almacenamiento perfil, condiciones de contorno. Aplicaciones en flexión de membranas, conducción del calor, elasticidad bi y tridimensional.
  5. Problemas de evolución parabólicos e hiperbólicos de orden 2 en tiempo: formulación variacional, discretización en espacio y tiempo.
  6. Elementos finitos en problemas de cuarta orden: flexión de vigas elásticas, flexión de placas elásticas.
  7. Introducción a los problemas mixtos: la ecuación de Stokes. Existencia y unicidad de solución del problema abstracto: la condición inf - sup.
  8. Elementos finitos mixtos: resolución de la ecuación de Stokes. Estimaciones a priori. Condición inf - sup discreta.
-

## **METODOLOGÍA:**

El curso se desarrolla a través de clases teóricas impartidas por videoconferencia, grabadas y reproducidas en streaming, respaldadas por material escrito que se pone a disposición de los estudiantes en el curso virtual.

Cada alumno llevará a cabo un trabajo escrito y tutorizado sobre la solución mediante el método de elementos finitos de un problema que incluye desde la formulación teórica hasta la resolución, utilizando el software existente en los sistemas de las universidades a las que tendrá acceso, complementado con sus propios programas.

Tutoría presencial, a través de un curso virtual, por correo electrónico o por cualquier plataforma audiovisual.

---

**IDIOMA:** Castellano

---

**¿SE REQUIERE PRESENCIALIDAD PARA ASISTIR A LAS CLASES?** No. Se puede asistir por videoconferencia.

---

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### BIBLIOGRAFIA BASICA:

Bécache, E., Ciarlet, P. J., Hazard, C., Luneville, E., La méthode des éléments finis: de la théorie a la pratique. Tome II. Compléments., Les Cours, Les Presses de l'ENSTA, Paris, 2010.

Ciarlet, P.G., The finite element method for elliptic problems. North-Holland, 1978.

Ciarlet, P. J., Luneville, E., La méthode des éléments finis: de la théorie a la pratique. Tome I. Concepts généraux., Les Cours, Les Presses de l'ENSTA, Paris, 2009.

Krizek, M., Neittaanmaki, P., Finite element approximation of variational problems and applications. Longman Scientific&Technical, 1984.

Raviart, P.A., Thomas, J.M., Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles. Masson. 1983.

Viaño, J.M., Figueiredo, J., Implementação do método de elementos finitos. Notas dos autores. 2000.

### BILBIOGRAFIA COMPLEMENTARIA:

Brenner, S.C., Scott, L.R., The mathematical theory of finite element methods. Springer - Verlag. 1994.

Brezzi, F., Fortin, M., Mixed and hybrid finite element methods, vol. 15 of Springer Series in Computational Mathematics, Springer - Verlag, New York, 1991.

- Ern, A., Guermond, J.L., Theory and Practice of finite elements. Springer - Verlag. 2004.
- Girault, V., Raviart, P.A., Finite element methods for Navier - Stokes equations. Springer - Verlag. 1986.
- Glowinski, R, Numerical methos for nonlinear variational problems. Springer. 1984.
- Pironneau, O., Finite element methods for fluids. John Wiley - Masson. 1989.
- Quarteroni, A., Numerical models for differential problems. Springer - Verlag. 2009.
- Quarteroni, A., Valli, A., Numerical approximation of Partial Differential Equations. Springer - Verlag. 1997.
- Roberts, J.E., Thomas, J.M., Mixed and hybrid methods. Handbook of Numerical Analysis. Vol . II. North Holland. 1991.
- Thomee, V., Galerkin finite element methods for parabolic problems. Springer - Verlag. 1997.
- Verfurth, R., A Review of A Posteriori Error Estimation and Adaptive Mesh - refinement Technique, Wiley & Teubner, 1996.
- 

## **COMPETENCIAS**

### Básicos y generales:

CG3: Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos.

CG5: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado.

### Específicas:

CE4: Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.

### De especialidad "Simulación Numérica":

CS2: Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

---

**¿SE VA A USAR ALGÚN TIPO DE PLATAFORMA VIRTUAL?** Si. Campus Virtual USC (Moodle).

---

**¿SE NECESITA ALGÚN SOFTWARE ESPECÍFICO?** Sí. Matlab, Fortran90.

---

### **CRITERIOS PARA LA 1ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:**

Las competencias CG3, CG5, CE4 y CS2 se evaluarán con los procedimientos que se indican a continuación.

Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas, se aplicarán las disposiciones del Reglamento para la evaluación del rendimiento académico de los estudiantes y la revisión de las calificaciones.

La evaluación del trabajo realizado a lo largo del curso tendrá un valor del 80% de la calificación final (8/10). Es posible que se requiera una entrevista de presentación en línea con el estudiante en la evaluación para aclarar dudas sobre el trabajo en sí.

El 20% restante de la calificación (2/10) se obtendrá mediante una prueba individual escrita u oral sobre los contenidos teóricos del curso. Esta prueba se llevará a cabo de forma remota a través de la misma videoconferencia que las clases.

Hay dos oportunidades de examen en cada convocatoria. Las calificaciones del trabajo y del examen se pueden conservar de la primera a la segunda oportunidad.

Cualquier estudiante que no presente el trabajo dentro de los plazos establecidos para este propósito se considera "No presentado".

---

### **CRITERIOS PARA LA 2ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:**

Los criterios son los mismos que para la primera oportunidad. Las calificaciones del trabajo y del examen se pueden conservar de la primera para la segunda oportunidad.

---

### **OBSERVACIONES CURSO 2020-2021. PLAN DE CONTINGENCIA:**

**Plan de contingencia para la adaptación de esta guía al documento "Bases para el desarrollo de una enseñanza presencial segura en el año académico 2020-2021", aprobado por el Consejo de Gobierno de la USC en su sesión ordinaria celebrada el 19 de junio de 2020.**

#### **ESCENARIO 1 (normalidad adaptada)**

##### **Metodología**

El curso se desarrolla a través de clases teóricas impartidas por videoconferencia, grabadas y reproducidas en streaming, respaldadas por material escrito que se pone a disposición de los estudiantes en el curso virtual.

Cada alumno realizará un trabajo tutorizado escrito sobre la resolución mediante el método de elementos finitos de un problema que incluye desde la formulación teórica hasta la resolución utilizando el software existente en los sistemas de las universidades a su disposición, complementado con programas propios.

Tutoría presencial, a través de un curso virtual, por correo electrónico o por cualquier plataforma audiovisual.

### **Evaluación:**

La evaluación del trabajo realizado a lo largo del curso tendrá un valor del 80% de la calificación final (8/10). Es posible que se requiera una entrevista en línea con el estudiante en la evaluación para aclarar dudas sobre el trabajo en sí.

El 20% restante de la calificación (2/10) se obtendrá mediante una prueba individual escrita u oral sobre los contenidos teóricos del curso. Esta prueba se llevará a cabo de forma remota a través de la misma videoconferencia que las clases.

Hay dos oportunidades de examen en cada llamada. Las calificaciones de trabajo y examen se pueden conservar de la primera a la segunda oportunidad.

Cualquier estudiante que no presente el trabajo dentro de los plazos establecidos para este propósito se considera "No presentado".

### **ESCENARIO 2 (Espaciado)**

La metodología y el sistema de evaluación serían los mismos que en el escenario 1, siempre y cuando el número de estudiantes que asisten a cada clase de videoconferencia permitiera mantener las distancias. Esta situación no es previsible dada la cantidad de estudiantes matriculados en los últimos años. En cualquier caso, las clases siempre se grabarían y estarían disponibles para los estudiantes sin la necesidad de su presencia en el aula. Si las circunstancias así lo aconsejan, podríamos aplicar las pautas del escenario 3.

Tutoría a través del curso virtual, por correo electrónico o por cualquier plataforma audiovisual.

### **ESCENARIO 3 (Cierre de instalaciones)**

La metodología y el sistema de evaluación serían los mismos que en los escenarios 1 y 2, con la diferencia de que las clases, entrevistas y exámenes se realizarían desde la plataforma MS Teams en lugar de videoconferencias. Necesitamos asegurarnos de que los programas de ordeandor que usan para las tareas permanezcan disponibles para los estudiantes.

Tutoría a través del curso virtual, por correo electrónico o por cualquier plataforma audiovisual.