

# Teoría, Práctica y Aplicaciones de los Elementos Finitos

Posgrado en Ciencias Matemáticas

9 Créditos

Daniel Castañón Quiroz\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Matemáticas y Mecánica, IIMAS-UNAM, Cd. de México, México

February 5, 2026

## 1 Requisitos del curso

- Indispensables: Conceptos básicos de análisis real y funcional. Fundamentos de programación.
- Deseables: Conceptos básicos ecuaciones diferenciales parciales y espacios de Sobolev.

## 2 Horarios

- Clases: 16:00-18:15. Lunes y Miércoles. Formato: Presencial en el IIMAS-Ciudad Universitaria. Salón: B204 IIMAS-CU.

## 3 Evaluación

- Tareas teóricas.
- Tareas de programación.
- Proyecto final de programación o presentación de un tema.

## 4 Reglas de conducta y reglas de clase

- No se puede consumir alimentos durante la clase.
- El uso de móviles esta estrictamente prohibido dentro de la clase.
- Se debe prestar atención en la clase. Esta prohibido estar haciendo otra actividad como leer un libro no relacionado con la clase.
- Cada alumno puede preguntar a lo más 3 preguntas en cada clase. Es parte de la tarea para el alumno entender y repasar los apuntes de la clase.
- Si el alumno esta inscrito oficialmente en la clase, pero no esta conforme por alguna razón. Se designará un profesor o profesora del departamento de Matemáticas y Mecánica del IIMAS. Éste actuará como mediador para que el alumno pueda transmitir su inconformidad al profesor(a) designado(a) de forma anónima. Ver lista de profesores mediadores a continuación.

---

\*[daniel.castanon\[at\]iimas.unam.mx](mailto:daniel.castanon[at]iimas.unam.mx)

#### 4.1 Profesores mediadores del curso

- Dr. Luis F. Lopéz Ríos. email: [luis.lopez\[at\]iimas.unam.mx](mailto:luis.lopez[at]iimas.unam.mx)
- Dr. Felipe Ángeles García. email: [felipe.angeles\[at\]iimas.unam.mx](mailto:felipe.angeles[at]iimas.unam.mx)

### 5 Temario

#### 1. Introducción y Requisitos

- (a) Presentación y motivación del método de los elementos finitos.
- (b) Repaso de la integral de Lebesgue y los espacios de Sobolev.
- (c) Repaso de Análisis funcional. Formulación variacional de algunas EDPs.
- (d) Fundamentos de programación en Matlab.

#### 2. Conceptos de Elementos Finitos (EFs)

- (a) Nociones básicas de los elementos finitos. Definición de tríada de un elemento finito según Ciarlet.
- (b) Elementos finitos y su cálculo diferencial en mallas simpliciales.
- (c) Orientación de mallas. Interpolación local y global. Desigualdades inversas.
- (d) Elementos finitos para el espacio **Hdiv**.
- (e) Elementos finitos conformes, no conformes y rotos (broken).
- (f) Programación e implementación de EFs locales en Matlab.

#### 3. Aproximación de EDPs elípticas utilizando Elementos Finitos

- (a) Formulaciones débiles, existencia y unicidad. Teoremas de Lax-Milgram, y de BNB. Aproximación de Galerkin. Crímenes variacionales.
- (b) Aproximaciones no conformes: Crouzeix-Raviart, Galerkin-Discontinuo (DG).
- (c) Programación e implementación de EFs para la solución de una EDP en Matlab.

#### 4. Problemas Mixtos

- (a) El problema de Stokes. Condiciones inf-sup. Aproximación Mixta. Pares de EFs estables e inestables.
- (b) Programación e implementación de EFs para el problema de Stokes en Matlab.
- (c) Métodos robustos para el problema de Stokes usando operadores en **Hdiv**.

### 6 Bibliografía Básica

1. Ern A., and Guermond J.-L., *Finite Elements I, Approximation and interpolation*, Texts in Applied Mathematics, Vol. 72 (2021) 313 p., Springer-Verlag, New York.
2. Ern A., and Guermond J.-L., *Finite Elements II, Galerkin approximation, elliptic and mixed PDEs*, Texts in Applied Mathematics, Vol. 73 (2021) 474 p., Springer-Verlag, New York.
3. Ern A., and Guermond J.-L., *Theory and Practice of Finite Elements*, Springer Series in Applied Mathematical Sciences, Vol. 159 (2004) 530 p., Springer-Verlag, New York.
4. Gilat A., *Matlab: An Introduction with Applications*, 6th Edition, Wiley, 2017.

## 7 Bibliografía Complementaria

1. D. Braess, *Finite Elements: Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics*, 3ed. 2007, Cambridge University Press.
2. Boffi D., Brezzi F., and Fortin M., *Mixed Finite Element Methods and Applications*, Springer Series in Computational Mathematics 44, Springer, 2010.
3. Elman H., Sylvester D., and Wathen A., *Finite Elements and Fast Iterative Solvers: with Applications in Incompressible Fluid Dynamics*, 2nd ed., Oxford University Press, 2014.