

## Formulario de Aprobación Curso de Posgrado

**Asignatura:** Introducción a los Métodos sin Malla  
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:** Dr. Ing. Berardi Sensale  
Profesor Titular  
Instituto de Estructuras y Transporte  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:**  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Otros docentes de la Facultad:**  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Docentes fuera de Facultad:**  
(título, nombre, cargo, Institución, país)

**Instituto ó Unidad:** Instituto de Estructuras y Transporte  
**Departamento ó Area:** Departamento de Estructuras

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.  
(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

---

**Fecha de inicio y finalización:** 11 de marzo a 26 de junio de 2014  
**Horario y Salón:** martes y jueves 19:00 a 21:00 salon IET

**Horas Presenciales: 45 horas**  
(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos :8**  
(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem metodología de la enseñanza)

**Público objetivo y Cupos:** Estudiantes del posgrado en Ingeniería Estructural  
(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

---

**Objetivos:** El curso incluye el estudio de los principios básicos de la teoría de los métodos sin malla y su aplicación a la resolución de distintos problemas del cálculo estructural

---

**Conocimientos previos exigidos:** Elasticidad, Resistencia de Materiales, Método de los Elementos Finitos

**Conocimientos previos recomendados:**

---

**Metodología de enseñanza:**  
(comprende una descripción de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura y su distribución en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico):20
- Horas clase (práctico):
- Horas clase (laboratorio):20

- Horas consulta:3
- Horas evaluación:2
  - Subtotal horas presenciales:45
- Horas estudio:20
- Horas resolución ejercicios/prácticos:
- Horas proyecto final/monografía: 60
  - Total de horas de dedicación del estudiante:125

---

**Forma de evaluación:**

Se aprueba la asignatura, entregando trabajos de laboratorio que habilitan a rendir una prueba final y obteniendo mas del 60% de los puntos en dicha prueba

---

**Temario:**

1. Conceptos básicos sobre aproximación:
  - a. Aproximación por superposición de funciones (polinómios, funciones trigonométricas, funciones de base radial, etc);
  - b. Aproximación en forma integral (concepto de núcleo reproductor);
  - c. Aproximación en forma diferencial (series de Taylor, etc).
  
2. Métodos numéricos tradicionales para la resolución de problemas de ingeniería:
  - a. Discretización;
  - b. Aproximación;
  - c. Formas fuertes y formas débiles;
  - d. Métodos de dominio;
  - e. Métodos de contorno;
  - f. Aplicaciones .
  
3. Breve descripción de los métodos sin malla:
  - a. Clasificación de los métodos sin malla en función del tipo de aproximación:
    - i. Aproximación global;
    - ii. Aproximación local;
  - b. Clasificación de los métodos sin malla en función del tipo de minimización:
    - i. Forma fuerte (colocación);
    - ii. Forma débil (por ponderación en regiones);
  - c. Comparación con otros métodos numéricos;
  - d. Motivación para el uso de métodos sin malla.
  
4. Métodos sin malla basados en aproximaciones del tipo global y con utilización de técnicas de colocación:
  - a. Aproximación con funciones de base radial simple (que no satisfacen requisitos especiales):
    - i. Método de Kansa (funciones de base radial);
  - b. Aproximación con funciones especiales:
    - i. Método de Trefftz;
    - ii. Método de las Soluciones Fundamentales;
  - c. Aplicación a diferentes problemas de ingeniería.

5. Breve revisión del Método de los Elementos Finitos aplicados al análisis estructural:

- a. El concepto de elemento;
- b. Partición de la unidad;
- c. Las funciones de aproximación o de forma;
- d. Propiedades de la aproximación;
- e. Formulac ión variacional/minimización;
- f. Integración numérica.

6. Métodos sin malla basados en aproximaciones del tipo local:

- a. Aproximaciones basadas en la forma integral:
  - i. Funciones de peso. Dominios de influencia;
  - ii. Funciones de aproximación (nodales) en la variante SPH;
    - ii.1. construcción de las funciones;
    - ii.2. propiedades.
  - iii. Funciones de aproximación en la variante RKPM:
    - iii.1. Consistencia y reproducibilidad;
    - iii.2. Bases de funciones.
- b. Aproximaciones basadas en la variante MLS:
  - i. El concepto de los mínimos cuadrados móviles;
  - ii. Consistencia y reproducibilidad;
  - iii. Aproximaciones discretas e continuas.
- c. Referencia a otras formas de aproximación.

7. El Método EFG (Element Free Galerkin Method):

- a. Aproximación con MLS;
- b. Forma débil de Galerkin;
- c. Imposición de las condiciones de contorno cinemáticas:
  - i. Multiplicadores de Lagrange;
  - ii. Funciones de penalidad;
  - iii. Otras formas.
- d. Integración numérica:
  - i. Grilla de integración;
  - ii. Otras formas de integración.
- e. Ejemplos.

8. Otros métodos sin malla y métodos próximos basados en formas débiles:

- a. Hp-Clouds;
- b. MLPG;
- c. Elementos Finitos Generalizados;

---

**Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

1) *Meshless Methods in Solid Mechanics*, Youping Chen, James D. Lee, and Azim Eskandarian Springer (2006) ISBN 10: 0-387-30736-2

2) *Mesh-free\_ methods, moving beyond the finite element methods*. Liu,G.R. CRC (2003) ISBN 0849312388

3) *The Meshless Method (MLPG) for Domain & BIE Discretizations*, Atluri,N.S. Tech Science Press.( 2004). ISBN: 0-9657001-8-6.

4) *Advances in Mesh-free Techniques* (Edited by V. Leitao, C. Alves and C. Armando Duarte) Springer (2007) , ISBN 978-1-4020-6094-6

5) *Boundary Collocation Techniques and their Application in Engineering* J.A. Kolodziej and A.P. Zielinski WIT Press(2009) ISBN: 978-1-84564-394-2

- 6) *Trefftz and Collocation Methods*, Z.-C. Li, T.-T. Lu, H.-Y. Hu, and A. H.-D. Cheng (2008) WIT Press ISBN: 978-1-84564-153-5
- 7) *Meshless Methods and their Numerical Properties*, Hua Li and Shantanu S. Mulay CRC Press (2013) ISBN: 13: 978-1-4665-1747-9
- 8) *Finite Element Procedures*, Bathe, K. J. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. (1996), ISBN 0-13-301456-4