



PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

CÓDIGO: 0383

AÑO ACADÉMICO: 2018

PLAN DE ESTUDIO: 2005

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1º CUATRIMESTRE DE 5to. AÑO

DOCENTE A CARGO: Ing. Rodolfo M. Duelli – Profesor Asociado Exclusivo

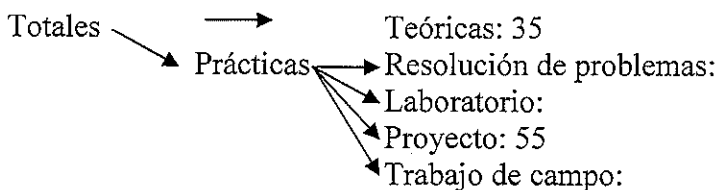
EQUIPO DOCENTE: Ing. Rodolfo M. Duelli – Profesor Asociado Exclusivo
Ing. Jorge Muract – Profesor Adjunto Simple

RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0408	0333
0328	
0330	

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 6



CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

OBJETIVOS GENERALES

Con el advenimiento de la computadora personal, los métodos numéricos se han convertido en una herramienta esencial para el ingeniero moderno y en particular el Método de Elementos Finito (MEF) es uno de los más utilizados en ingeniería. Al completar la asignatura, el estudiante se habrá familiarizado con los conceptos fundamentales que conllevaron al desarrollo del método de elementos finitos. Además, contará con las herramientas teóricas y computacionales necesarias para utilizar "software" bajo licencia libre o comercial, y una introducción a como programar el método para la solución de un problema específico.

OBJETIVOS PARTICULARES

Se busca que al finalizar el curso los estudiantes conozcan:

1. Las ideas fundamentales del MEF.
2. La mecánica de trabajo del MEF.
3. La ubicación del MEF en el contexto de los métodos numéricos.
4. Las alternativas que existen para formular el MEF.
5. Las posibilidades de transformar el dominio que se estudia.
6. Las ventajas e inconvenientes de distintos elementos en problemas de elasticidad lineal y problemas de placas y láminas delgadas.
7. Los estimadores de los errores en el MEF, y los métodos adaptivos aplicados en el MEF.

La asignatura prepara al estudiante con las herramientas necesarias para resolver problemas que constituyen el estado del arte en el área de la mecánica estructural aplicada a la ingeniería mecánica.

APTITUDES

Se busca que al finalizar el curso los estudiantes sean capaces de:

1. Construir un modelo de elementos finitos.
2. Realizar manualmente un cálculo simple utilizando el MEF.
3. Utilizar un programa de elementos finitos para resolver problemas.
4. Obtener e interpretar los resultados de un programa de elementos finitos.
5. Leer y aplicar los contenidos de un manual de un software del MEF a un problema de desarrollo o de aplicación.
6. Leer y criticar un trabajo científico de desarrollo o de aplicación del MEF.



PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN

Introducción general. Modelos físicos. Modelos matemáticos. Teoría matemática de la elasticidad: formulación diferencial y formulación integral. Métodos numéricos clásicos: método de Ritz, método de diferencias finitas, método de Galerkin. Ejercicios.

UNIDAD 2: EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

Descripción del método: partición del dominio, interpolación local, ensamble, condiciones de contorno. Condiciones de las funciones de interpolación. Criterio de convergencia. Planteo de soporte local. Errores en el método de elementos finitos. Convergencia local y global. Continuidad C^0 y C^1 . Ejercicios.

UNIDAD 3: ELEMENTOS LINEALES DE CONTINUIDAD C^0

Funciones lineales en dos dimensiones. Construcción de funciones de interpolación a partir de coordenadas cartesianas y de coordenadas triangulares. Aplicación a problemas de elasticidad plana vía el principio de energía potencial total. Matriz de rigidez. Vector de cargas. Ensamble. Condiciones de borde. Movimiento de cuerpo rígido. Ejemplo de soluciones. Ejercicios. Lecturas.

UNIDAD 4: ELEMENTOS DE ORDEN SUPERIOR DE CONTINUIDAD C^1

Cálculo de las funciones de interpolación a partir de los polinomios de pascal. Interpolación de Lagrange. Interpolación de Serendip. Interpolación jerárquica. Condensación de nudos interiores. Convergencia h y p . Ejercicios. Lecturas

UNIDAD 5: REPRESENTACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Concepto de mapeo. Transformaciones. Transformación paramétrica del dominio. Condiciones para transformar el dominio. Elementos iso, sub y super paramétricos. Transformaciones incorrectas. Generación de mallas en forma automáticas: técnicas directas e indirectas. Ejercicios. Lecturas.

Unidad 6: INTEGRACIÓN NUMÉRICA Y RECUPERACIÓN DE TENSIONES

Integración numérica. Orden de integración necesario. Evaluación de tensiones. Puntos óptimos. Ejemplos. Lecturas.

Unidad 7: BASES MATEMÁTICAS DEL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

Planteo del problema diferencial. Características. Formulación débil. Formulación diferencial simétrica. Espacio de funciones admisibles. Criterios de convergencia. Elementos de continuidad C^0 y C^1 . Interpretación de la solución. Estimadores del error. Métodos adaptivos. Ejemplos. Lecturas



METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

1. Los contenidos se desarrollan principalmente en clases teórico-prácticas.
2. **El período de clases:** está fijado por el Calendario de Actividades Académicas de Grado aprobado el C.D. Generalmente se asigna para el semestre una duración de 15 semanas. La Cátedra publica en el Syllabus los horarios de clase, la modalidad de evaluación y de recuperación.
3. **Clases semanales:** la asignatura tiene asignadas 6 (seis) hs semanales que las distribuye en dos clases de 3 (tres) hs cada una.
4. **Clases teóricas-prácticas:** en cada clase se desarrollarán los conceptos y se realizarán ejercicios, la mayoría de ellos serán resueltos empleando una computadora personal.
5. **Horario de consulta:** los horarios de consulta son establecidos en el primer día de clase y se publican en el Syllabus donde figuran los nombres de los docentes y el lugar de los mismos.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

La evaluación de los conocimientos adquiridos se realiza mediante 1 (un) Trabajo Personal.

El Trabajo Personal comenzará su realización al finalizar la mitad del dictado de la asignatura, (semana 7).

Al finalizar el dictado de clases el estudiante entregará y defenderá su Trabajo Personal.

RÉGIMEN DE PROMOCIÓN Y REGULARIZACIÓN

1. Condiciones para **PROMOCIÓN:**

- a. **Asistencia:** asistir al 80% de la totalidad de las clases.
- b. **Ejercicios Prácticos:** realizar en tiempo y forma y aprobar el 80% de los ejercicios prácticos.
- c. **Evaluaciones:**
 1. La evaluación de los conocimientos adquiridos se realiza mediante 1 (un) Trabajo Personal.
 2. **Calificación:** la nota final es el promedio de las notas de los ejercicios prácticos y del Trabajo Personal.
 3. **Recuperatorio:** Si la nota obtenida en el Trabajo Personal es inferior a 7 (siete) e igual o mayor que 5 (cinco), el estudiante rendirá un coloquio sobre el Trabajo Personal realizado para promocionar. La nota del recuperatorio **reemplaza** la nota anterior obtenida. El recuperatorio se realizará en la fecha establecida para tal fin.

2. Régimen de estudiante **REGULAR:**

- a. **Asistencia:** asistir al 80% de la totalidad de las clases.
- b. **Ejercicios Prácticos:** realizar en tiempo y forma y aprobar como mínimo el 70% de los ejercicios prácticos.
- c. **Evaluaciones:**
 1. La evaluación de los conocimientos adquiridos se realiza mediante 1 (un) Trabajo Personal..



2. Calificación: la nota final es el promedio de las notas de los ejercicios prácticos y del Trabajo Personal.
 3. Recuperatorio: Si la nota obtenida en el Trabajo Personal es inferior a 5 (cinco), el estudiante rendirá un coloquio sobre el trabajo personal realizado para regularizar. La nota del recuperatorio **reemplaza** la nota anterior obtenida. El recuperatorio se realizará en la fecha establecida para tal fin.
- d. **Aprobación de la materia:** El examen consta de una parte práctica y de una teórica:
1. La **parte práctica** consiste en resolver un ejercicio similar a los realizados durante el cursado de la asignatura.
 2. La **parte teórica** tiene las características del coloquio sobre el trabajo personal

EXAMEN EN CONDICIÓN DE ESTUDIANTE LIBRE

El estudiante libre puede rendir en los turnos de exámenes finales fijado por el Calendario de Actividades Académicas de Grado aprobado por el C.D. El examen final correspondiente a la condición de estudiante libre que consiste en:

- a. Un **examen práctico escrito** de resolución de problemas sobre los temas del programa vigente de la asignatura.
 - b. Un **examen teórico práctico** que consiste en desarrollar en forma escrita: demostraciones, y respuesta de preguntas en forma concreta y precisa, sobre los temas del programa vigente de la asignatura.
 - c. Un **examen teórico oral** donde al estudiante se le asignaran como mínimo tres temas del programa de la asignatura. El estudiante desarrollará, explicará, demostrará, y fundamentará; utilizando la pizarra y la explicación oral, en forma consecutiva todos los temas asignados.
-



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE ESTABILIDAD APLICADA (Año 2016)

Semana	Temas Teórico/Practico
1	Presentación de la Materia Optativa
2	UNIDAD 1
3	UNIDAD 1
4	UNIDAD 2
5	UNIDAD 2
6	UNIDAD 3
7	UNIDAD 3
8	UNIDAD 4 Presentación del Trabajo Personal a realizar para aprobar la asignatura
9	UNIDAD 4
10	UNIDAD 5
11	UNIDAD 5
12	UNIDAD 6
13	UNIDAD 7
14	Defensa del Trabajo Personal aprobar la asignatura
15	RECUPERATORIO

HORARIO DE CLASE:

Viernes de 14 ha a 18 hs

HORARIO DE CONSULTA:

Lunes de 14 a 16 hs y (R. DUELLI)

Martes de 19 a 20 hs (J. MURACT)

Viernes de 18 a 20 hs (R. DUELLI)



BIBLIOGRAFÍA:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Cálculo de estructuras por el método de los elementos finitos. Análisis estático lineal V. 1. Autor E. Oñate. Editorial CIMNE. 2016.

El método de los elementos finitos. Formulación básica y problemas lineales V. 1 - 4a. ed. Autores: Zienkiewicz, Olek C. - Taylor, Robert L. Edit. Mc Graw Hill. 1984.

Calculo de estructuras por el método de elementos finitos: análisis estático lineal - 2a. ed. Autor: E. Oñate. Edit. CIMNE - Barcelona. 1995.

CALSEF : programa para calculo estático lineal de sólidos y estructuras por el método de elementos finitos. Autores: E. Oñate, S. Botello. Edit. CIMNE - Barcelona. 1992.

Schaums theory and problems of finite element analysis. Autor: Buchanan, G. R. Edit. Mc Graw Hill. 1994.

Héctor H. Brito. Notas de la conferencia: "Los elementos finitos. Según H.H. Brito". FI - UNRC.

Héctor H. Brito. Notas de clase del curso de postgrado: "Introducción al método de los elementos finitos" FI - UNRC.

Fernando Basonbrío. Marcelo Venere. Curso: "Notas introductorias al método de elementos finitos". IB - CAB.

Aníbal Mirasso. Notas de clase del curso de postgrado: "Teoría general del método de los elementos finitos". FI - UNRC

Sergio Predikman. Notas de clase del curso de postgrado: "Teoría general del método de los elementos finitos". FI - UNRC.

SOFTWARE UTILIZADO EN LA RESOLUCIÓN DE LOS EJERCICIOS PRÁCTICOS

MAT - fem. Learning the finite element method with MATLAB® and GID®. CIMNE - UPC. Barcelona 2012. (<http://www.cimne.com/mat-fem/>).

The Abaqus Software is a product of Dassault Systèmes Simulia Corp., Providence, RI, USA. © Dassault Systèmes, 2010.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA Y DE CONSULTA

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
The finite element method a Practical course 2nd edition	G.R. Liu, S. S. Quek	Elsevier Ltd.	2013	0
Introduction to finite element analysis. Formulation, Verification and Validation	Barna Szabó, Ivo Babuska	Wiley	2011	0
An introduction to the finite element method - 2nd ed.	Reddy, Junathula Narasimha	Mc Graw Hill	1993	1
Finite element procedures in engineering analysis	Bathe, K J	Prentice Hall	1982	1
The finite element method using Matlab	Kwon, Young W. Bang, Hyochoong	CRC Press	1997	1
Introduction to finite element vibration analysis - 1st ed.	Petyt, Maurice	Cambridge University Press	1998	1
Finite element modeling for stress analysis	Cook, R D	J. Wiley	1995	1



Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Concepts and applications of finite element analysis - 3rd ed	Cook, R D Malkus, D S Plesha, M E	J. Wiley	1989	1
Finite elements : their design and performance	Mac Neal, R H	M. Dekker	1994	1
A unified approach to the finite element method and error analysis procedures	Dow, Jhon O	Academic Press	1999	1

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico