

## PROGRAMA DE ELASTICIDAD

1) *Nombre de la asignatura:* Elasticidad

2) *Materia:* Resistencia de Materiales

3) *Créditos :* 10 (Suma créditos como asignatura modelístico-experimental)

4) *Objetivo de la asignatura:* El estudiante adquirirá en este curso los conceptos básicos de la teoría que modela el comportamiento de los cuerpos elásticos bajo la acción de cargas y deformaciones aplicadas. Estos conceptos serán utilizados para la introducción de algunos métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas de elasticidad lineal.

5) *Metodología de enseñanza:* Curso semestral de cinco horas semanales, distribuidas en dos clases teóricas de una hora y media y una clase práctica de dos horas.

6) *Temario:*

### I) TENSIONES.

Densidad de fuerzas de volumen y de contacto. Ecuaciones de equilibrio. Teorema de acción y reacción. Tensor de tensiones. Ecuaciones puntuales de equilibrio. Consecuencias de la simetría del tensor de tensiones: tensiones y direcciones principales. Círculo y Tricírculo de Mohr. Estados membranales de tensiones, solución de problemas sencillos: cilindro y esfera con presión interna.

### II) DEFORMACIONES.

Función deformación. Función desplazamiento. Medidas de cuantitativas de la deformación. Tensores de deformaciones de Green y de Lagrange. Hipótesis de pequeñas deformaciones. Tensores de rotación y deformación infinitesimales. Deformación unitaria y distorsión angular. Dilatación volumétrica. Condiciones de compatibilidad de las deformaciones. Medida experimental de la deformación unitaria.

### III) ECUACIÓN CONSTITUTIVA

Materiales hiperelásticos. Densidad de energía de deformación. Ecuación constitutiva del material sólido elástico lineal e isótropo. Propiedades del tensor elástico. Módulo volumétrico y módulo transversal. Módulo de Young y coeficiente de Poisson. Ecuación constitutiva del material termoelástico. Límites del comportamiento elástico. Espacios de Mohr y Westergaard. Materiales dúctiles: criterios de Von Mises y Tresca. Materiales granulares: criterios de la Envolvente de Mohr y de Mohr-Coulomb.

### IV) ELASTICIDAD LINEAL.

Formulación fuerte del problema de elasticidad lineal. Analogía de Duhamel. Ecuaciones de Navier. Torsión de Saint-Venant. Teoremas de los Trabajos Virtuales. Teorema de Betti. Teorema de la mínima energía potencial total. Formulación débil en desplazamientos del problema de elasticidad lineal. Unicidad de la solución. Estados planos de tensiones y deformaciones.

## V) SOLUCIÓN POR EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Método de Galerkin. Propiedades de la solución aproximada. Método de los elementos finitos: discretización, funciones de interpolación, integración numérica. Elementos isoparamétricos. Ecuación del elemento finito y montaje de la ecuación global. Solución del sistema. Obtención de desplazamientos, deformaciones y tensiones. Condiciones de convergencia. Aplicación a la resolución de reticulados planos isostáticos e hiperestáticos, considerando cargas en nodos y cargas móviles. Aplicación a la resolución de estados planos de tensiones y deformaciones.

### 7) Bibliografía:

Tirupathi R. Chandrupatla and Ashok D. Belegundu. Introducción al estudio del Elemento Finito en Ingeniería. Prentice Hall, México, 2 edition, 1999. ISBN 978-9-70-170260-4.

Morton E. Gurtin. The linear theory of elasticity. In C. Truesdell, editor, Mechanics of solids II, Encyclopedia of Physics Vol. VIa/2, pages 1–295. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1972.

Keith D. Hjelmstad. Fundamentals of Structural Mechanics. Springer Science+Business Media, Inc., Barcelona, 2 edition, 2005. ISBN 978-0-387-23330-7.

Thomas J. R. Hughes. The finite element method. Linear static and dynamic finite element analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1987. ISBN 0-13-317025-X.

Eugenio Oñate. Structural analysis with the finite element method—linear statics. Volume 1. Basis and solids. Lecture Notes on Numerical Methods in Engineering and Sciences. International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE), Barcelona, 2009. ISBN 978-1-4020-8732-5.

Luiz Ortiz Berrocal. Elasticidad. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U., Madrid, 3 edition, 1998. ISBN 84-481-2046-9.

Paolo Podio-Guidugli. A primer in elasticity. Journal of Elasticity. The Physical and Mathematical Science of Solids, 58(!):x+104, 2000. ISSN 0374-3535.

Martin H. Sadd. Elasticity: Theory, Applications, and Numerics. Academic Press, 2 edition, 2009. ISBN 978-0-12-374446-3.

### 8) Conocimientos previos exigidos:

Álgebra lineal, Cálculo Diferencial e Integral, Mecánica Newtoniana, Fundamentos de Resistencia de Materiales.

### 9) Conocimientos recomendados:

Ecuaciones Diferenciales.

## Anexo 1

### *Procedimiento de evaluación:*

Los estudiantes serán evaluados mediante dos pruebas parciales de 40 puntos cada una y la entrega de trabajos de laboratorio en los que el alumno deberá resolver problemas de elasticidad por métodos computacionales, que totalizarán 20 puntos.

De las calificaciones obtenidas surgen tres posibilidades:

- i) Exoneración de la asignatura, al obtener un total de 60 o más puntos.
- ii) Suficiencia en el curso y habilitación para rendir el examen, al obtener 25 o más puntos en total.
- iii) Insuficiencia en el curso, al no obtener los puntajes indicados en el ítem anterior. En este caso el alumno reprueba el curso y deberá inscribirse nuevamente.

En el examen se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos de los alumnos comprendidos en el ítem ii).

### *Previas:*

Examen a examen: Cálculo 3, Mecánica Newtoniana.

Curso a curso: Resistencia de Materiales 1.

## Anexo 2

### *Temas:*

### *Dedicación estudiantil*

	<i>Horas de clase</i>	<i>Horas domicilio</i>	<i>Total</i>
I) Tensiones	18	18	36
II) Defomaciones	12	12	24
III) Ecuación constitutiva	12	12	24
IV) Elasticidad lineal	15	11	26
V) Solución por el MEF	18	22	40
<i>Total:</i>	75	75	150

APROB. RES. CONSEJO DE FAC. ING.

~~de fecha~~ 20/6/17 Exp. 060930-000920-16