



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

TITULACIÓN: INGENIERO TÉCNICO DE MINAS

ESPECIALIDAD EN: RECURSOS ENERGÉTICOS COMBUSTIBLES Y EXPLOSIVOS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MATERIALES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

TEORÍA DE ESTRUCTURAS

Curso : 2º
Semestre : 1º
Carácter : Troncal

Créditos totales
Teóricos : 4
Prácticos : 2

PLAN DE ESTUDIOS 2002

Edición 1: 2004-05-17

TEORÍA DE ESTRUCTURAS : PROGRAMA

a) **OBJETIVOS Y CONTENIDOS**

BLOQUE 1: Principios fundamentales de la resistencia de materiales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1.1 *Comprender los conceptos fundamentales de la teoría de elasticidad.*

1.2 *Comprender los conceptos fundamentales de la resistencia de materiales.*

CONTENIDOS:

1.1: TENSIÓN. DEFORMACIÓN. ELASTICIDAD.

- Concepto de tensión. Tensiones principales. Estado plano de tensiones.
- Ecuaciones de equilibrio.
- Concepto de deformación.
- Elasticidad y linealidad. Ley de Hooke. Principio de Superposición. Ley de Hooke generalizada: módulo de rigidez a cortante, módulo de elasticidad volumétrico.
- Relación tensión-deformación. Estudio experimental. Tensión límite, tensión admisible, coeficiente de seguridad, tensión equivalente y criterios de resistencia.

1.2: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA RESISTENCIA DE MATERIALES.

- Objeto de la resistencia de materiales.
- Concepto de pieza y estructura.
- Principios de la resistencia de materiales: principio de rigidez, principio de superposición y principio de Saint-Venant. Restricciones geométricas.
- Definición de esfuerzos en una sección. Relación entre tensiones y esfuerzos.
- Esfuerzos en piezas de plano medio.
- Ecuaciones de equilibrio en piezas rectas.
- Apoyos y enlaces en estructuras de plano medio.
- Estructuras isostáticas e hiperestáticas.
- Ejemplos de obtención de leyes de esfuerzos.

BLOQUE 2: Análisis de secciones

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

2.1 *Analizar piezas rectas sometidas a esfuerzo axial.*

2.2 *Analizar piezas rectas sometidas a momento flector.*

2.3 *Analizar piezas rectas sometidas a esfuerzo cortante.*

2.4 *Analizar piezas rectas sometidas a momento torsor.*

CONTENIDOS:**2.1: ESFUERZO AXIL.**

- Definición del estado de tracción o compresión simple.
- Esfuerzo axil en una pieza recta. Hipótesis de Bernouilli.
- Secciones de varios materiales.

2.2: FLEXIÓN PURA, FLEXIÓN SIMPLE Y FLEXIÓN COMPUESTA.

- Flexión pura recta. Flexión pura en piezas de plano medio. Flexión pura según un plano principal de inercia. Momento máximo admisible. Módulo resistente. Rendimiento geométrico.
- Flexión pura esviada. Estudio en ejes principales.
- Flexión simple.
- Flexión en piezas planas de pequeña curvatura.
- Flexión compuesta recta.
- Flexión compuesta esviada. Estudio en ejes principales.
- Núcleo central de la sección. Ejemplos de aplicación.

2.3: ESFUERZO CORTANTE.

- Teoría elemental de la cortadura.
- Teoría de Collignon.
- Secciones macizas.
- Secciones de pequeño espesor.
- Deformación de alabeo. Área reducida de cortante.
- Esfuerzo cortante esviado. Estudio en ejes principales.
- Centro de esfuerzos cortantes.

2.4: MOMENTO TORSOR.

- Torsión de Coulomb en una sección circular maciza.
- Torsión de Coulomb en una sección circular hueca.
- Aplicación al diseño de ejes de torsión en máquinas.

BLOQUE 3: Cálculo de estructuras**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- 3.1 *Aplicar las herramientas para el cálculo de movimientos en estructuras reticuladas en plano medio.*
- 3.2 *Comprender los teoremas energéticos relacionados con el cálculo de estructuras.*
- 3.3 *Aplicar el método de compatibilidad para el cálculo de estructuras.*
- 3.4 *Aplicar el método de equilibrio para el cálculo de estructuras.*

CONTENIDOS**3.1: FUNDAMENTOS DE ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS.**

- Estructuras continuas y estructuras de barras.

- Estructuras articuladas y estructuras reticuladas.
- Equilibrio y compatibilidad.
- Linealidad y principio de superposición.
- Indeterminación estática. Hiperestatismo externo e interno. Grado de hiperestatismo.
- Indeterminación cinemática. Grado de traslacionalidad.
- Estructuras simétricas y antisimétricas.
- Movimientos y deformaciones impuestos.
- Estructuras articuladas isostáticas e hiperestáticas.

3.2: RELACIÓN ENTRE ESFUERZOS Y MOVIMIENTOS.

- Ecuación diferencial de la viga elástica.
- Teoremas de la viga conjugada.
- Formulas de Navier para estructuras de plano medio.
- Teoremas de Mohr.
- Ecuaciones elásticas de una pieza recta sin desplazamiento transversal entre sus extremos.
- Ecuaciones elásticas de una pieza recta con desplazamiento transversal entre sus extremos.
- Ecuaciones elásticas de una pieza recta con extremos articulados.

3.3: EL MÉTODO DE COMPATIBILIDAD.

- Bases del método.
- Movimientos y deformaciones impuestos.
- Apoyos y enlaces elásticos.
- Teorema del trabajo mínimo.
- Vigas continuas: Ecuación de los tres momentos, deformaciones impuestas, extremos empotrados, descenso en los apoyos y apoyos elásticos.
- Pórticos.

3.4: EL MÉTODO DE EQUILIBRIO.

- Bases del método.
- Vigas continuas: Ecuación de los tres giros, deformaciones impuestas, extremos empotrados, descenso en los apoyos y apoyos elásticos.
- Pórticos: Pórticos intraslacionales, pórticos traslacionales y movimientos y deformaciones impuestas.

BLOQUE 4: Cálculo matricial de estructuras

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

4.1 Conocer los fundamentos del cálculo de estructuras.

4.2 Conocer la metodología de aplicación del cálculo matricial de estructuras.

CONTENIDOS

4.1: EL MÉTODO DE LA RIGIDEZ.

- Bases del método.
- Definición geométrica de la estructura.

- Cargas actuantes sobre las piezas.
- Matriz elemental de rigidez: forma matricial de las ecuaciones elásticas, concepto de rigidez y flexibilidad de una pieza, matriz elemental de rigidez en el sistema global.
- Matriz global de rigidez: ensamblaje de la matriz global.
- Tratamiento de movimientos prescritos y apoyos elásticos.
- Cálculo de movimientos esfuerzos y deformaciones.
- Tratamiento de articulaciones.
- Resolución de ejemplos mediante programas de ordenador.

BLOQUE 5: Estructuras de acero

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 5.1 *Comprender los aspectos básicos de la normativa, tanto nacional como europea, relativa a cargas a considerar y sus combinaciones posibles en cualquier tipo de estructuras.*
- 5.2 *Aplicar los aspectos básicos de la normativa relativa a estructuras metálicas.*
- 5.3 *Aplicar la metodología para comprobar vigas y columnas metálicas sometidas a los diferentes estados de carga posibles.*
- 5.4 *Aplicar la metodología para comprobar y calcular las diferentes uniones posibles en estructuras metálicas.*

CONTENIDOS

5.1: BASES DE CÁLCULO Y ACCIONES EN ESTRUCTURAS DE ACERO.

- Aplicaciones de estructuras de acero. Las normativas para edificación de estructuras metálicas NBE-EA-95 y Eurocódigo 3.
- Materiales: acero estructural.
- Los productos: perfiles laminados, conformados en frío y cables.
- Estados límite en estructuras de acero.
- La normativa NBE-AE-88 y sismoresistente NCSE-02.
- Cálculo de acciones sobre estructuras. Utilización de la norma NBE-AE-88.
- Cálculo de acciones sísmicas. Utilización de la norma NCSE-02.
- Hipótesis de carga sobre estructuras de acero según los Eurocódigos 1 y 3.

5.2: COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS EN TRACCIÓN Y COMPRESIÓN. PANDEO.

- Tipos de elementos sometidos a tracción.
- Comprobación según normativa de elementos sometidos a tracción centrada y a tracción excéntrica.
- Tipos de elementos sometidos a compresión.
- Longitud de pandeo. Esbeltez mecánica de una pieza.
- Espesores de los elementos planos de piezas comprimidas.

5.3: COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS EN FLEXIÓN.

- Tipos de piezas sometidas a flexión.
- Comprobación de elementos sometidos a flexión.
- Comprobaciones e ideas de diseño en vigas de alma llena y celosías.
- Introducción al fenómeno de abolladura.
- Comprobación y diseño de rigidizadores.

5.4: COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS EN TORSIÓN.

- Tipos de piezas sometidas a torsión.
- Generalidades sobre la comprobación de elementos sometidos a torsión.
- Pandeo por torsión.

5.5: UNIONES.

- Roblones y tornillos. Normalización de elementos. Resistencia de roblones y tornillos.
- Cálculo de esfuerzos en uniones roblonadas y atornilladas.
- Comprobación de uniones roblonadas y atornilladas.
- Generalidades sobre las uniones soldadas. Tipos de unión.
- Comprobación de uniones soldadas según norma.

BLOQUE 6: Estructuras de hormigón armado

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 6.1 *Comprender los aspectos básicos de la normativa, tanto nacional como europea, relativa a estructuras de hormigón armado.*
- 6.2 *Aplicar la metodología para comprobar vigas y columnas de hormigón armado sometidas a los diferentes estados de cargas posibles.*

CONTENIDOS

6.1: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN ARMADO. BASES DE CALCULO.

- Propiedades mecánicas y reológicas del hormigón.
- Aplicaciones de estructuras de hormigón. Las normativas para edificación de estructuras de hormigón EHE-98 y Eurocódigo 2.
- Estados límites últimos y estados límites de servicio en el hormigón armado.
- Materiales y geometría: Diagramas tensión-deformación para el acero, diagrama tensión-deformación para el cálculo del hormigón (diagrama parábola-rectángulo y diagrama rectangular).
- Clasificación y cuantificación de las acciones y de sus combinaciones.

6.2: DISPOSICIÓN DE ARMADURAS.

- Armaduras pasivas y armaduras activas.
- La adherencia entre el hormigón y el acero.
- Disposiciones, doblado, anclaje y empalme de las armaduras.
- Organización de las armaduras en elementos de hormigón armado.

6.3: COMPROBACIÓN DE SECCIONES ANTE TENSIONES NORMALES.

- Dominios de deformación. Ecuaciones de compatibilidad.
- Resultantes de tensiones en secciones rectangulares según el diagrama parábola-rectángulo.
- Comprobación y dimensionado de secciones rectangulares con parábola-rectángulo.
- Métodos simplificados de cálculo de secciones rectangulares.

6.4: COMPROBACIÓN DE SECCIONES ANTE TENSIONES TANGENCIALES.

- Comprobación de secciones sometidas a esfuerzo cortante: piezas sin armadura de cortante y piezas con armadura de cortante.
- Comprobación de secciones sometidas a torsión.
- Disposición y limitaciones de armaduras en vigas.

6.5: ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO.

- Estado límite de fisuración.
- Estado límite de deformación.
- Estado límite de vibraciones.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- ARGÜELLES ÁLVAREZ, R.; ARGÜELLES BUSTILLO, R.; ARRIAGA, F.; ATIENZA, J. R.; MARTÍNEZ, J. *Estructuras del acero: Tomo I: Cálculo, norma básica y eurocódigo. Tomo II: Uniones y sistemas estructurales*. Bellisco. Madrid. 2001.
- CERVERA, M.; BLANCO, A. *Fundamentos de resistencia de materiales y cálculo de estructuras*. UPC-Aula Politécnica. Barcelona. 2001.
- JIMÉNEZ, P.; GARCÍA, A.; MORÁN, F. *Hormigón armado*. Edición 14ª basada en la EHE ajustada al código modelo y al Eurocódigo. Gustavo Gili. Barcelona. 2000.
- ORTIZ, L. *Resistencia de materiales*. Mc Graw Hill. Madrid. 1999.
- VÁZQUEZ, M. *Cálculo matricial de estructuras*. Colegio Oficial de Ing. Tec. de OO. PP. Madrid. 1999.

COMPLEMENTARIA:

- ALARCÓN, E.; ÁLVAREZ, R.; GÓMEZ, M.S. *Cálculo matricial de estructuras*. Reverte. Madrid. 1990.
- CUDÓS, V.; QUINTERO, F. *Estructuras metálicas: Tomo I: La pieza aislada: flexión, torsión. Tomo II: La pieza aislada: inestabilidad. Tomo III: Uniones*. UNED- Escuela de la Edificación. Madrid. 2001.
- FERNÁNDEZ, M. *Hormigón*. Colegio de Ingenieros de CC. y P., Colección Escuelas. Madrid. 1999.
- GARCÍA, I. *Curso de cálculo de estructuras: Teoría y problemas*. Bellisco. Madrid. 1999.
- VÁZQUEZ, M. *Resistencia de materiales*. Noela. Madrid. 1999.

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

Se propone, de forma voluntaria para los alumnos, la realización de un pequeño trabajo de cálculo de estructuras utilizando programas de cálculo matricial. Para familiarizarse con el empleo de los mismos se desarrollarán demostraciones prácticas donde se muestre su uso en un problema modelo. Dicho trabajo será calificado y formará parte de la nota final de la asignatura.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se realizará un examen que constará de las siguientes partes: un primer ejercicio de cuestiones teóricas con respuestas tanto abiertas como cerradas, y otro ejercicio práctico, de acuerdo a los contenidos impartidos en el curso. Dicho examen se valorará con 10 puntos.

El aprobado se obtendrá al superar los 5 puntos en la suma de la calificación del examen escrito y del trabajo voluntario (máximo de un punto en este último).