

Plan 213 Ing.Tec.Ind. Esp Mecánica

Asignatura 16379 TEORIA DE ESTRUCTURAS I

Grupo 1

### Presentación

Estudio general de estructuras e instalaciones industriales.  
Aplicaciones a construcciones industriales.

### Programa Básico

- 1.- Estudio general de estructuras.
- 2.- Métodos de análisis y resolución.

### Objetivos

El cálculo de estructuras se basa en el estudio de la estabilidad y resistencia de las construcciones de manera que bajo las acciones que ellas han de soportar tanto las fuerzas internas -denominadas tensiones- como las deformaciones que se presentan han de quedar dentro de ciertos límites establecidos.

Por todo ello el objetivo de la asignatura es adiestrar a los alumnos en el ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS, necesario para el diseño, por medio de un modelo matemático adecuado y económico, con la ayuda de los medios de cálculo actuales.

La forma habitual de crear el modelo consiste en discretizar la estructura en elementos que se conectan entre sí. Estos elementos pueden ser lineales, superficiales o volumétricos según sea el orden de relación de sus dimensiones. Teniendo en cuenta que la mayor parte de las estructuras que se realizan en la práctica están formadas por elementos lineales, la asignatura se centra en el análisis de estructuras reticuladas, planas y espaciales, formadas por barras de sección constante o variable, de directriz recta, de nudos articulados y/o rígidos, interconectadas a apoyos de cualquier tipo.

Para cumplir el objetivo, se mostrarán al alumno diferentes técnicas de análisis de sistemas de barras tanto desde el punto de vista clásico como para el tratamiento por ordenador, el Cálculo Matricial, caso particular del Método Directo de Elementos Finitos y base introductora para extender conocimientos de modo que el Ingeniero Técnico pueda desarrollar nuevos problemas y necesidades, optimizando soluciones.

Debido a la generalización del Método Matricial y a su entronque con los métodos clásicos, para ayudar a la comprensión profunda de las estructuras y su comportamiento, se estudian primero las soluciones analíticas del problema mediante métodos físico-geométricos.

En las clases prácticas se proponen y desarrollan problemas para consolidar conceptos y se realizan aplicaciones a diversos problemas de estructuras.

### Programa de Teoría

Tema 1: Bases de Cálculo.

#### ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS POR MÉTODOS CLÁSICOS.

Tema 2: Estructuras Isostáticas.

Tema 3: Estructuras Reticuladas Planas Articuladas.

Tema 4: Estructuras Reticuladas Planas de nudos rígidos.

Tema 5: Estructuras Reticuladas Planas Mixtas.

#### ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS POR MÉTODOS MATRICIALES.

Tema 6: Generalidades. Planteamiento Matricial Directo.

Tema 7: Método de Equilibrio o de Rigidez.

Contenidos:

Tema 1. BASES DE CÁLCULO.

1.1 Generalidades.

1.1.1 Ingeniería de estructuras.

1.1.2 Análisis estructural.

1.1.3 Constitución de las estructuras.

1.1.4 Estructuras reticuladas (o de esqueleto). Tipología estructural.

- 1.1.5 Fuerzas sobre las estructuras.
- 1.2 Modelización de una estructura.
  - 1.2.1 Idealización de una estructura para el cálculo.
    - 1.2.1.1 Idealización de la geometría.
    - 1.2.1.2 Idealización del comportamiento mecánico de las estructuras.
    - 1.2.1.3 Idealización mecánica del material.
    - 1.2.1.4 Idealización del terreno de cimentación.
  - 1.2.2 Enlaces y apoyos.
- 1.3 Estática de las Estructuras.
  - 1.3.1 Estabilidad de una estructura.
  - 1.3.2 Estructuras reticuladas planas con cargas en su plano.
    - 1.3.2.1 Ecuaciones de equilibrio.
  - 1.3.2.2 Reacciones en los apoyos.
    - 1.3.2.3 Fuerzas internas en una sección de una estructura.
    - 1.3.2.4 Ecuaciones de condición o construcción.
    - 1.3.2.5 Estabilidad y grado de indeterminación de estructuras planas.
      - Vigas.
      - Cerchas articuladas.
      - Entramados.
- 1.4 Postulados y Principios de Resistencia de Materiales.
  - 1.4.1 Postulados.
    - 1.4.1.1 Idealización de las propiedades del material.
    - 1.4.1.2 Esquematización de fuerzas exteriores.
    - 1.4.1.3 Esquematización de la geometría de la pieza.
  - 1.4.2 Principios fundamentales.
    - 1.4.2.1 Teoría de las pequeñas deformaciones.
    - 1.4.2.2 Linealidad.
    - 1.4.2.3 Superposición.
    - 1.4.2.4 Condiciones de equilibrio, compatibilidad y contorno.
    - 1.4.2.5 Unicidad de soluciones.
    - 1.4.2.6 Principio de Saint-Venant.
    - 1.4.2.7 Hipótesis de Navier-Bernoulli.
- 1.5 La Pieza Plana.
- 1.6 Métodos Elásticos de Análisis Estructural.
  - 1.6.1 Factores básicos del análisis estructural.
  - 1.6.2 Método de equilibrio (rigidez) o de las deformaciones.
  - 1.6.3 Método de compatibilidad (flexibilidad) o de las fuerzas.
- 1.7 Simplificaciones: Simetrías y Antimetrías.
  - 1.7.1 Definición del tipo de simetría.
  - 1.7.2 Manipulación del sistema de cargas.
  - 1.7.3 Imposición de condiciones de contorno.

## ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS POR MÉTODOS CLÁSICOS.

### Tema 2. ESTRUCTURAS ISOSTÁTICAS.

#### 2.1 Gráficos de fuerzas internas.

#### 2.2 Modelo adecuado.

### Tema 3. ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS ARTICULADAS.

#### 3.1 Generalidades.

##### 3.1.1 Teoría general de las estructuras articuladas planas.

##### 3.1.2 Principios del cálculo de estructuras articuladas.

##### 3.1.3 Sistemas invariantes, variantes y de variabilidad instantánea.

##### 3.1.4 Isostatismo e hiperestatismo.

#### 3.2 Métodos de Cálculo de Sistemas Isostáticos.

##### 3.2.1 Estructuras simples o canónicas.

##### 3.2.2 Estructuras compuestas.

###### 3.2.2.1 Seccionando.

###### 3.2.2.2 Composición de simples.

##### 3.2.3 Estructuras complejas.

###### 3.2.3.1 Método de Henneberg.

#### 3.3 Métodos de Cálculo de Sistemas Hiperestáticos.

##### 3.3.1 Corolarios de los teoremas de Castigliano.

##### 3.3.2 Teorema de Mínimo (o de Menabrea).

##### 3.3.3 El Principio de los Trabajos Virtuales (PTV).

###### 3.3.3.1 Cálculo de fuerzas internas.

###### 3.3.3.2 Cálculo de deformaciones (o movimientos).

##### 4.3.4 Cálculo de desplazamientos basado en el teorema de Castigliano.

### Tema 4. ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS DE NUDOS RÍGIDOS.

---

#### 4.1 Introducción.

- 4.1.1 Fuerzas internas en una sección.
- 4.1.2 Traslacionalidad e intraslacionalidad.
- 4.1.3 Hipótesis simplistas de análisis de entramados.
- 4.2 Métodos de Cálculo.
  - 4.2.1 Método de los ángulos de giro.
  - 4.2.2 Intraslacionalidad más traslacionalidad.
- 4.3 Método de la Pendiente-Desviación (slope-deflection).
  - 4.3.1 Ecuaciones fundamentales.
  - 4.3.2 Procedimiento de análisis.
  - 4.3.3 Análisis de pórticos rígidos estáticamente indeterminados con un grado de libertad.
  - 4.3.4 Análisis de pórticos rígidos estáticamente indeterminados con dos grados de libertad.
  - 4.3.5 Análisis de pórticos rígidos con más de dos grados de libertad.

#### Tema 5: ESTRUCTURAS RETICULADAS PLANAS MIXTAS (COMPUESTAS).

- 5.1 Formas Estructurales Compuestas de soportes y armaduras: Subdivisión.
- 5.2 Método aproximado de cálculo.
- 5.3 Método exacto de cálculo.

#### ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS POR MÉTODOS MATRICIALES.

#### Tema 6: GENERALIDADES. PLANTEAMIENTO MATRICIAL DIRECTO.

- 6.1 Breve historia del Cálculo Matricial de Estructuras.
- 6.2 Hipótesis de base.
- 6.3 Matrices de flexibilidad y rigidez.
- 6.4 Representación del modelo.
- 6.5 Convenio de signos.
- 6.6 Sistemas de coordenadas.
- 6.7 Planteamiento matricial del método directo.
  - 7.6.1 Método de equilibrio o de rigidez.
  - 7.6.2 Método de compatibilidad o de flexibilidad.

#### Tema 7: MÉTODO DE EQUILIBRIO O DE RIGIDEZ.

- 7.1 Matrices de rigidez de barra.
  - 7.1.1 Estructura reticulada espacial.
  - 7.1.2 Estructura reticulada plana.
  - 7.1.3 Emparrillado plano.
  - 7.1.4 Estructura articulada espacial.
  - 7.1.5 Estructura articulada plana.
- 7.2 Transformación de coordenadas.
- 7.3 Matriz de rigidez de una estructura.
- 7.4 Condiciones de apoyo. Introducción de las condiciones de apoyo en la matriz de rigidez de una estructura.
- 7.5 Tratamiento de acciones exteriores no concentradas en nudos y Tipos de apoyos
  - 7.5.1 Cargas aplicadas sobre los elementos.
  - 7.5.2 Falta de ajuste en los elementos de la estructura.
  - 7.5.3 Efectos térmicos.
  - 7.5.4 Apoyos.
    - 7.5.4.1 Apoyos fijos (concordantes).
    - 7.5.4.2 Apoyos elásticos.
    - 7.5.4.3 Movimientos en los apoyos (asentamientos y/o giros).
    - 7.5.4.4 Apoyos deslizantes discordantes.
- 7.6 Liberación de elementos.
- 7.7 Barras de sección variable.
- 7.8 Fuerzas de empotramiento para barras con diferentes condiciones de apoyo

---

### Programa Práctico

Las prácticas de laboratorio serán voluntarias y se realizarán al finalizar cada uno de los grandes capítulos. Tendrán valoración para la nota final, el valor de dicha nota será hasta 2 puntos sobre la nota final.

---

### Evaluación

Para constatar el grado de aprendizaje que adquieren el alumno o alumna y el grupo, así como las actitudes y los hábitos ante el trabajo, se utilizan los siguientes medios o instrumentos:

- 1.- El análisis de los trabajos dirigidos..., comprobando a la vez la expresión escrita, la capacidad de organización, la claridad de sus exposiciones, si realiza resúmenes y esquemas, etc.

---

2.- La atención a la propia autoevaluación de los estudiantes como corresponsables de sus aprendizajes y a sus aportaciones sobre el proceso educativo, las unidades didácticas, el material utilizado, etc.

3.- La triangulación, como técnica de contraste entre varios profesores o mediante la utilización de varios métodos, para confirmar los datos recogidos con anterioridad.

4.- Las pruebas escritas y orales son instrumentos que se utilizarán para analizar y valorar al alumnado, si bien en ningún caso romperán la actividad habitual de la clase y que, evidentemente, no supondrán la valoración definitiva de la actividad del alumnado.

La calificación final de la asignatura está sujeta a la superación del examen global y a la realización de los trabajos. La nota será un compendio de la calificación de la prueba escrita y el resto de las actividades que se realicen durante el curso.

El valor del resto de actividades podrá llegar a ser hasta 2 puntos.

---

## Bibliografía

Apuntes del Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid.

### Métodos Clásicos

\* NORRIS y WILBUR. (1977). "Análisis Elemental de Estructuras". McGraw-Hill.

\* TIMOSHENKO y YOUNG. (1975). "Teoría de las Estructuras". Editorial Urmo.

\* YUAN-YU HSIEH. (1973). "Teoría Elemental de Estructuras". Prentice/Hall.

\* M. DOBLARÉ y S. GOMÉZ-LERA. "Problemas de Estructuras Articuladas y Reticuladas". Universidad Politécnica de Madrid.

Southern Illinois University-Carbondale.

### Métodos Matriciales

\* KARDESTUNCER. (1975). "Introducción al Análisis Estructural con Matrices". McGraw-Hill.

\* ARGÜELLES. (1981). "Cálculo de Estructuras". Programación. E.T.S. de Ingenieros de Montes.

\* Manuel VÁZQUEZ. "Cálculo Matricial de Estructuras". Colegio de Ingenieros de Obras Públicas de Madrid.

\* RAMON ARGÜELLES. (1996). "Análisis de Estructuras: Teoría, Problemas y Programas". E.T.S. de Ingenieros de Montes.