

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

<b>ASIGNATURA:</b>	Teoría de Estructuras		
<b>TITULACIÓN:</b>	Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (Plan Estudios BOE nº54 de 4/3/02)		
<b>DEPARTAMENTO:</b>	Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica		
<b>ÁREA DE CONOCIMIENTO:</b>	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras		
<b>CARGA DOCENTE:</b>	12 créditos	Teoría:	6 créditos
		Práctica:	6 créditos
<b>CURSO:</b>	Segundo		
<b>CUATRIMESTRE:</b>	<input type="checkbox"/> Primer cuatrimestre <input type="checkbox"/> Segundo cuatrimestre <input checked="" type="checkbox"/> Anual		
<b>TIPO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Troncal <input type="checkbox"/> Obligatoria <input type="checkbox"/> Optativa <input type="checkbox"/> Libre configuración		
<b>PRERREQUISITOS:</b>	Conocimientos de Mecánica: - Estática - Geometría de masas: centroides (momentos estáticos) y momentos de inercia.		
<b>PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:</b>	Juan José Granados Romera		
<b>PROFESOR/ES COLABORADOR/ES:</b>	Pedro Museros Romero (ausente por estar en comisión de servicio) Justo Garmendia García Germán Rodríguez Salido Carlos Chamorro Alfonso Alejandro Martínez Castro (prácticas de laboratorio) Esther Puertas García (prácticas de laboratorio)		
<b>PRESENTACIÓN:</b>	Teoría de Estructuras sienta las bases para el estudio de asignaturas dentro de la misma área como son Análisis de Estructuras, Hormigón Armado y Pretensado, Edificación y Prefabricación, Puentes, Estructuras Metálicas y Mixtas, etc.		
<b>OBJETIVOS:</b>	Formar al alumno en la disciplina de Resistencia de Materiales e iniciarlo en Análisis de Estructuras, estudiando los distintos esfuerzos (axil, momento flector, cortante y torsor) las tensiones y desplazamientos que producen, el cálculo de estructuras isostáticas e hiperestáticas e introducir los métodos numéricos.		
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN:</b>	La asignatura se divide en dos partes claramente diferenciadas:		

- Teoría y prácticas de clase
- Prácticas de laboratorio

Para superar la asignatura hay que superar ambas partes de forma independiente.  
Una vez superada una de las partes anteriores se conserva la nota por tiempo indefinido.

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

---

### Teoría y prácticas de clase

El alumno tiene dos alternativas para superar esta parte: 1. *Evaluación por curso* y 2. *Evaluación en un sólo examen final*, que se pasan a describir a continuación.

#### 1. Evaluación por curso

La evaluación por curso consta de distintas pruebas que se evalúan independientemente, estas notas se van sumando para formar la nota por curso del alumno. Por supuesto **este es el método recomendable** para abordar la asignatura ya que se trata de un trabajo continuado, una adquisición de conocimientos gradual y un sistema de evaluación compuesto de varias prácticas y parciales que facilita aprobar.

Las distintas pruebas de las que consta la evaluación por curso son:

- **Primer cuatrimestre:** dos prácticas de casa y dos exámenes parciales (primer y segundo parcial).
- **Segundo cuatrimestre:** dos prácticas de casa y dos exámenes parciales (tercer y cuarto parcial).

Las prácticas se deben de entregar obligatoriamente para poder realizar el examen parcial, representando 0.5 puntos, mientras que el examen representa 9.5 puntos.

Por tanto la nota de un parcial se compone de dos partes: la práctica más el examen que pueden sumar un máximo de  $0.5+9.5 = 10$

Ejemplo. Si un alumno obtiene una práctica bien y un 4.5 (sobre 9.5) en el examen su nota en el parcial sería :  $0.5 + 4.5 = 5.0$

Las prácticas se calificarán como bien o mal no habiendo notas intermedias (deberá estar correcto el resultado y el procedimiento).

Los exámenes parciales tendrán una duración aproximada de dos horas incluyendo teoría y problemas de parte específica del temario más un ejercicio sobre conocimientos previos y **¡¡que será eliminatorio!!**, esto significa que el alumno debe de hacer bien este ejercicio para que se le corrija el examen.

Para superar un cuatrimestre hay que obtener una **media superior a cinco** entre los dos parciales que lo componen y **no obtener en ninguno de ellos una nota inferior a tres** (por ejemplo, un alumno con un 3 ( $0.5 + 2.5$ ) y un 7 ( $0.5+6.5$ ) en los dos parciales de un mismo cuatrimestre aprobaría dicho cuatrimestre, mientras que un alumno cuyas notas fueran 8 ( $0.5+7.5$ ) y 2.5 ( $0.0+2.5$ ), 9 y 2.5, ó 10 y 2.5 no aprobaría.

**Para aprobar hay que superar ambos cuatrimestres independientemente.**

En el caso de que el alumno haya superado un cuatrimestre y suspendido el otro, podrá ir al examen final de junio para examinarse sólo del cuatrimestre que tiene pendiente.

**Tras la evaluación por curso y el examen final de junio ¿cuál es la calificación?**

La calificación del alumno será la siguiente:

- Si el alumno aprueba ambos cuatrimestres por parciales su nota final será la media aritmética de ambos cuatrimestres.
- Si el alumno se presenta al **final**, lo que equivale a **hacer ambos cuatrimestres en el final**, su nota se calculará según lo explicado en el apartado 2. *Evaluación en un sólo examen final*.
- Si el alumno se presenta sólo al cuatrimestre que tiene suspenso pueden darse las siguientes posibilidades:
  - Que el alumno apruebe dicho cuatrimestre. En este caso su nota final es

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

---

- la media de la obtenida en la parte correspondiente al cuatrimestre que se ha presentado (en el final) y la nota del otro cuatrimestre (que ya había aprobado por parciales).
- Que el alumno suspenda dicho cuatrimestre. La nota es **No Presentado** al examen final (ya que no ha hecho los dos cuatrimestres en el final).

### Ejemplo

Supongamos que un alumno tiene las siguientes calificaciones por parciales:

- 1er cuatrimestre: 7.0
- 2do cuatrimestre: 4.0

Por tanto en el final tiene dos opciones:

- a. **Ir sólo al segundo cuatrimestre.** En tal caso supongamos que:
  - a.1. obtiene una calificación de 6. Su nota final será  $(7+6)/2 = 6.5$
  - a.2. obtiene una calificación de 3. Su nota final es no presentado (pues no llega a tener aprobado el segundo cuatrimestre).
- b. **Ir a todo el final.** En este caso supongamos también dos alternativas:
  - b.1. obtiene en el final un 8.5 en el primer cuatrimestre y un 2.5 en el segundo, por tanto su nota final es  $(8.5+2.5)/2 = 5.5$
  - b.2. obtiene en el final un 5.5 en el primer cuatrimestre y un 3.5 en el segundo, por tanto su nota final es  $(5.5+3.5)/2 = 4.5$

Con este ejemplo se quiere resaltar que:

- Cualquier alumno es libre de presentarse al final completo (1er cuatrimestre + 2do cuatrimestre).
- Pudiera ser que algún alumno considerase que presentarse al final completo sea más conveniente dadas sus circunstancias personales.

### 2. Evaluación en un sólo examen final

Aquí sólo se explica la parte de evaluación. el resto de detalles se describen en la página web [Normativa de Exámenes](#).

Cada examen final consta de tres partes, que puntúan por igual, con las siguientes características:

- 1ª Parte. Problema/s del primer cuatrimestre.
- 2ª Parte. Problema/s del segundo cuatrimestre.
- 3ª Parte. Ejercicio teórico-práctico del primer y segundo cuatrimestre, compuesto de varias preguntas.

### Evaluación

- Las tres partes puntúan por igual.
- Cada parte se evaluará sobre diez puntos.
- La *nota media* se calculará sumando la nota de las partes que **no estén muy deficientes** y dividiendo por tres.
- Se considera que una parte está **muy deficiente** si se le asigna una nota **menor de 2.5** puntos.
  - Para **aprobar** el examen se deben cumplir los siguientes requisitos simultáneamente:
    - Haber obtenido una *nota media* **igual o superior a 5 (cinco)** puntos y
    - **No haber suspendido dos partes** con una nota inferior a 4 (cuatro)



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

puntos.

- Ejemplos:
  - Nota en las tres partes: 2.5, 4, 8.5, *nota media*  $(2.5+4+8.5)/3 = 5$ , calificación: aprobado con un 5
  - Nota en las tres partes: 2, 4, 8, *nota media*  $(4+8)/3 = 4$ , el 2 no suma al ser un ejercicio muy deficiente, calificación: suspenso con un 4
  - Nota en las tres partes: 3, 4, 8, *nota media*  $(3+4+8)/3 = 5$ , calificación: aprobado con un 5
  - Nota en las tres partes: 3.5, 3.5, 8, *nota media*  $(3.5+3.5+8)/3 = 5$ , calificación: suspenso, al haber suspendido dos partes con notas inferiores a 4

### Prácticas de laboratorio

Para superar esta parte el alumno debe asistir y hacer correctamente las prácticas programadas, entregando la memoria correspondiente. Las prácticas de laboratorio se calificarán con realizadas o no realizadas.

### PROGRAMA RESUMIDO:

1. Introducción al estudio de la resistencia de materiales
  2. Esfuerzos axil y momento flector
  3. Actuación combinada del axil y flector. Flexión compuesta
  4. Esfuerzo cortante
  5. Torsión libre
  6. Movimientos en elementos prismáticos
  7. Principios energéticos
  8. Principio del trabajo virtual
  9. Métodos de cálculo de estructuras
  10. Simetría
  11. Estructuras articuladas
  12. Líneas de influencia
  13. Métodos de cálculo numérico
- Prácticas de Laboratorio

### PROGRAMA DETALLADO: ( contenidos y distribución en créditos de la carga lectiva)

#### TEMA 1 INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA TEORÍA DE ESTRUCTURAS

6 h Teo + 8 h Pr

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Conceptos de sólido deformable y prisma mecánico.
- 1.3. Principios generales de la resistencia de materiales.
- 1.4. Tipos de solicitaciones.
- 1.5. Tipos de apoyos y de nudos.
- 1.6. Equilibrio estático y cálculo de esfuerzos.
- 1.7. Equilibrio de la rebanada.
- 1.8. Estado de tensión de un prisma mecánico.
- 1.9. Estado de deformación de un prisma mecánico.
- 1.10. Ecuaciones de comportamiento elástico: Ley de Hooke.

#### TEMA 2 ESFUERZOS AXIL Y MOMENTO FLECTOR

2 h Teo + 3 h Pr

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Esfuerzo axil. Estado de tracción o compresión pura.
  - 2.2.1. Tensiones en la sección debidas al axil.
  - 2.2.2. Deformación de la rebanada debida al axil.
- 2.3. Esfuerzo momento flector. Estado de flexión pura.
  - 2.3.1. Tensiones en la sección debidas al flector.
  - 2.3.2. Deformación de la rebanada debida al flector.
- 2.4. Concentración de tensiones.



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

<b>TEMA 3</b>	<b>ACTUACIÓN COMBINADA DEL AXIL Y FLECTOR. FLEXIÓN COMPUESTA</b>	<b>4 h Teo + 5 h Pr</b>
3.1.	Tensiones en una sección de una barra curva.	
3.2.	Tensiones en una sección de una barra curva con gran radio de curvatura.	
3.3.	Deformaciones de la rebanada de una barra curva con gran radio de curvatura.	
3.4.	Deformaciones de la rebanada por efecto de la temperatura.	
3.5.	Flexión compuesta.	
3.6.	Materiales no resistentes a la tracción.	
3.7.	Secciones de varios materiales.	
<b>TEMA 4</b>	<b>ESFUERZO CORTANTE</b>	<b>6 h Teo + 4 h Pr</b>
4.1.	Introducción.	
4.2.	Tensiones debidas al cortante en barras de sección maciza.	
4.2.1.	Tensiones en barras rectas.	
4.2.2.	Tensiones en barras curvas.	
4.2.3.	Tensiones en barras de sección variable.	
4.3.	Deformaciones de la rebanada debidas al cortante.	
4.4.	Tensiones debidas al cortante en barras de sección de pared delgada.	
4.5.	Centro de esfuerzos cortantes en barras de sección de pared delgada.	
4.6.	Tensiones y centro de esfuerzos cortantes en perfiles cerrados de una célula.	
4.7.	Tensiones y centro de esfuerzos cortantes en perfiles cerrados de varias células.	
<b>TEMA 5</b>	<b>TORSIÓN LIBRE</b>	<b>4 h Teo + 2 h Pr</b>
5.1.	Introducción.	
5.2.	Teoría elemental de la torsión en prismas de sección circular. Tensiones y deformaciones en la rebanada.	
5.3.	Torsión en prismas mecánicos rectos de sección no circular.	
5.4.	La torsión en barras de sección de pared delgada.	
5.5.	La torsión en perfiles cerrados de pared delgada.	
5.6.	Torsión en perfiles de pared delgada de varias células.	
5.7.	Concentración de tensiones.	
<b>TEMA 6</b>	<b>MOVIMIENTOS EN ELEMENTOS PRISMÁTICOS</b>	<b>4 h Teo + 6 h Pr</b>
6.1.	Introducción.	
6.2.	Movimientos en piezas de gran radio de curvatura. Fórmulas de Bresse.	
6.3.	Movimientos en piezas compuestas por tramos rectos. Teoremas de Mohr.	
6.4.	Teoremas de la viga conjugada.	
<b>TEMA 7</b>	<b>PRINCIPIOS ENERGÉTICOS</b>	<b>4 h Teo + 3 h Pr</b>
7.1.	Introducción.	
7.2.	Teoría del potencial interno o energía de deformación. Teorema de las Fuerzas Vivas.	
7.2.1.	Energía de deformación debida al axil.	
7.2.2.	Energía de deformación debida al momento flector.	
7.2.3.	Energía de deformación debida al cortante.	
7.2.4.	Energía de deformación debida al torsor.	
7.3.	Teoremas de la energía de deformación y de la energía de deformación complementaria.	
7.4.	Teoremas de Castigliano.	
7.5.	Deflexiones producidas por cargas de impacto.	
<b>TEMA 8</b>	<b>PRINCIPIO DEL TRABAJO VIRTUAL</b>	<b>4 h Teo + 4 h Pr</b>
8.1.	Introducción. PTV en sistemas rígidos.	
8.2.	Método del desplazamiento virtual y de la fuerza virtual.	
8.3.	PTV en sistemas de barras sometidos a esfuerzo axil.	
8.4.	PTV en sistemas de barras sometidos a flexión.	
8.5.	Aplicaciones del PTV:	
8.5.1.	Ecuación de equilibrio.	
8.5.2.	Ecuación de compatibilidad.	
8.6.	Teorema de reciprocidad.	
<b>TEMA 9</b>	<b>MÉTODOS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS</b>	<b>6 h Teo + 8 h Pr</b>
9.1.	Introducción.	
9.2.	Tipología de los sistemas resistentes.	
9.3.	Isostatismo, hiperestatismo y mecanismo.	
9.4.	Método de la compatibilidad.	

---



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

9.5. Método del equilibrio.

<b>TEMA 10</b>	<b>SIMETRÍA</b>	<b>2 h Teo + 2 h Pr</b>
	10.1. Definiciones.	
	10.2. Simetría axial.	
	10.3. Simetría central.	
	10.4. Casos particulares.	
<b>TEMA 11</b>	<b>ESTRUCTURAS ARTICULADAS</b>	<b>6 h Teo + 4 h Pr</b>
	11.1. Introducción.	
	11.2. Celosías compuestas y complejas.	
	11.3. Tipología.	
	11.4. Cálculo de esfuerzos en estructuras isostáticas.	
	11.4.1. Método de los nudos.	
	11.4.2. Método de Ritter o de la sección simple.	
	11.4.3. Método de la doble sección.	
	11.4.4. Método de Henneberg.	
	11.4.5. Cálculo de esfuerzos mediante el PTV.	
	11.5. Cálculo de desplazamientos en estructuras isostáticas.	
	11.5.1. Método algebraico.	
	11.5.2. Cálculo de desplazamientos mediante el PTV.	
	11.6. Relación entre las matrices de equilibrio y compatibilidad.	
	11.7. Estructuras hiperestáticas.	
	11.7.1. Método de compatibilidad.	
	11.7.2. Método de equilibrio.	
	11.8. Método directo de la rigidez.	
<b>TEMA 12</b>	<b>LÍNEAS DE INFLUENCIA</b>	<b>4 h Teo + 4 h Pr</b>
	12.1. Introducción.	
	12.2. L.I. de la flecha.	
	12.3. L.I. del giro.	
	12.4. L.I. de la reacción en un apoyo.	
	12.5. L.I. del momento en un empotramiento.	
	12.6. L.I. del momento flector.	
	12.7. L.I. del cortante.	
	12.8. L.I. del axil.	
	12.9. Trenes de carga.	
<b>TEMA 13</b>	<b>MÉTODOS DE CÁLCULO NUMÉRICO</b>	<b>8 h Teo + 2 h Pr</b>
	13.1. Introducción.	
	13.2. Introducción al Método de las Diferencias Finitas.	
	13.3. Introducción al Método de los Elementos Finitos.	

### PROGRAMA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

**PR. 1 MEDIDA DEL MÓDULO DE YOUNG Y DEL COEFICIENTE DE POISSON** **2.5 h Pr**  
En esta práctica de extensometría los objetivos son:

- Comprobar la proporcionalidad existente entre tensión y deformación longitudinal en materiales elásticos lineales y obtener el módulo de Young como constante que relaciona ambas magnitudes.
- Observar el fenómeno de deformación transversal, comprobando la relación lineal existente entre deformaciones longitudinales y transversales, que viene dada por el coeficiente de Poisson.

**PR. 2 CÁLCULO DE MOVIMIENTOS EN PIEZAS PRISMÁTICAS: FLEXIÓN Y TORSIÓN** **2.5 h Pr**  
Los objetivos son:

- Medir experimentalmente la rigidez a torsión de distintas barras y comprobarla con la teórica.
  - Trabajar el cálculo de movimientos de vigas isostáticas, de forma que se calculen distintos casos mediante los métodos ya estudiados (integración de la ecuación diferencial de la elástica, PTV y teoremas de Mohr).
  - Posteriormente se modelarán las vigas con sus respectivas cargas y se comprobarán los resultados con las medidas experimentales de laboratorio, obtenidas con relojes comparadores.
  - Comprobar que se cumple el teorema de Reciprocidad de Maxwell-Betti.
-



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

---

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

MECÁNICA DE SÓLIDOS, Egor P. Popov (Pearson Educación)  
PROBLEMAS DE RESISTENCIA DE MATERIALES, Miroliubov (Mir)  
RESISTENCIA DE MATERIALES, L. Ortiz Berrocal (McGraw-Hill)  
TEORÍA DE ESTRUCTURAS. RECOPIACIÓN DE APUNTES I y II. Granados y Museros.  
TIMOSHENKO. RESISTENCIA DE MATERIALES, James M. Gere (Thomson) GARRIDO Y FOCES. RESISTENCIA DE MATERIALES, Garrido y Foces (Univ. Valladolid)

---

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS DE BARRAS. FUNDAMENTOS. R. Gallego y G. Rus (ETSICCP, UGR)  
ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS: TEORÍA, PROBLEMAS Y PROGRAMAS, R. Argüelles (Fundación Conde del Valle de Salazar)  
ELASTICIDAD, L. Ortiz Berrocal (UPM)  
MECÁNICA VECTORIAL PARA INGENIEROS, Beer y Johnston (Mc Graw-Hill)  
PROBLEMAS DE RESISTENCIA DE MATERIALES, F. Rodríguez Avial (ETSII, UPM)  
RESISTENCIA DE MATERIALES, A. Samartín (Colegio de Ing. de Caminos C. y P.)  
RESISTENCIA DE MATERIALES, S. Timoshenko (Espasa-Calpe)  
TEORÍA DE LA ELASTICIDAD, S. Timoshenko

---

### OTROS RECURSOS: (páginas web que ofrezcan información sobre la asignatura)

Página web: [www.ugr.es/~jjgr/](http://www.ugr.es/~jjgr/)

Contenido:

- Tablón de anuncios (para divulgación de calificaciones, prácticas, horarios de tutorías, planificación de cada cuatrimestre, y en general cualquier información que pueda interesar relativa a la asignatura)

- Introducción

- \* Conocimientos Previos ¡parte eliminatoria en exámenes!
- \* Programa de la Asignatura
- \* Sistema de Evaluación
- \* Normativa de Exámenes
- \* Exámenes parciales
- \* Criterios de Signos y Nomenclatura

- Apuntes y Prácticas para el Curso

- \* Apuntes de teoría
- \* Prácticas para el Curso

- Colección de Prácticas y Exámenes Resueltos

- \* Colección de Prácticas y Exámenes
-