



*UGR* | Universidad  
de Granada

# **Grado de INGENIERÍA CIVIL**

## **HORMIGÓN ARMADO**

### **Guía docente CA2013-14**

□ Aprobada en la sesión ordinaria del Consejo de Departamento de 28 de junio de 2013.

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación común a la rama civil	Ingeniería estructural: Hormigón Estructural	3º	6º	6	Obligatoria
<b>PROFESOR(ES) (p.o.a.)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrique Hernández Montes</li> <li>• David López Martín</li> <li>• Francisco Vilchez Cuesta</li> </ul>			Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, 4ª planta, E.T.S.I.C.C.P. Edf. Politécnico. Despachos de los profesores.		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			Martes de 10:00h a 12:30 h y Viernes de 10:30 h a 14:30 h		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Ingeniería Civil			Arquitectura, Ingeniería de la Edificación		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Tener cursadas las asignaturas: Matemáticas I,II y III, Mecánica para Ingenieros y Teoría de Estructuras.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Los contenidos que se desarrollan con esta materia van encaminados a que el alumno, futuro ingeniero de caminos, sea capaz de calcular elementos estructurales de hormigón armado.					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelización de los materiales hormigón y acero.</li> <li>2. Verificación de los tipos de cálculo estructural, incluyendo regiones D y B.</li> <li>3. Verificación de los ELU de flexión, cortante, punzonamiento y torsión.</li> <li>4. Verificación de los ELS de deformación y fisuración.</li> <li>7. Dimensionamiento de elementos estructurales.</li> </ol>					



## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

1. Saber precisar el modelo a emplear para los materiales hormigón y acero. Esto incluirá los efectos a corto plazo y a largo plazo.
2. Manejar los conceptos de: fluencia, retracción, relajación y adherencia.
3. Saber distinguir entre regiones B y D.
4. Saber plantear modelos de bielas y tirantes y el cálculo de regiones D.
5. Conocer los conceptos de análisis elástico y análisis plástico.
6. Conocer el significado de resistencia o diseño en rotura frente a diseño en deformación.
7. Saber plantear el equilibrio a nivel sección para materiales compuestos, ya sea hormigón armado u otro tipo de material compuesto.
8. Saber calcular en rotura.
9. Manejar los conceptos de diagrama de interacción o diagrama RSD.
10. Conocer los modelos de cálculo en cortante, punzonamiento y torsión.
11. Saber manejar el concepto de deformación a corto y largo plazo y saber calcularla.
12. Poder calcular elementos a fisuración.
13. Saber dimensionar elementos de hormigón armado.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### -TEMARIO TEÓRICO-

1. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES
  - 1.1. Introducción
  - 1.2. El hormigón armado y pretensado como material de construcción
  - 1.3. Normativa
  
2. PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CÁLCULO
  - 2.1. Métodos probabilistas y métodos deterministas
  - 2.2. El método de los estados límite
  - 2.3. Durabilidad
  
3. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN Y DEL ACERO
  - 3.1. El Hormigón o Concreto
  - 3.2. Propiedades mecánicas del hormigón
  - 3.3. Diagramas tensión-deformación
    - 3.3.1. Diagramas para el cálculo estructural
    - 3.3.2. Resistencia de cálculo del hormigón
    - 3.3.3. Diagramas para el diseño en rotura de secciones
  - 3.4. Fluencia



- 3.5. Retracción
- 3.6. Otras propiedades del hormigón
- 3.7. Armadura pasiva
- 3.8. Anclaje
  
- 4. MÉTODO DE LAS BIELAS Y TIRANTES
  - 4.1. Regiones B y D
  - 4.2. Modelos de Bielas y Tirantes
  - 4.3. Comprobación de Tirantes, bielas y nudos.
  - 4.4. Unicidad de los Modelos de Bielas y Tirantes
  - 4.5. Proceso de diseño
  
- 5. ANÁLISIS DE LA SECCIÓN EN FLEXIÓN
  - 5.1. Introducción
  - 5.2. Hipótesis fundamentales a nivel sección
  - 5.3. Comportamiento del hormigón a tracción
  - 5.4. Ejemplo de respuesta a corto y largo plazo
  - 5.5. Aproximación lineal para la fase de prefisuración
  - 5.6. Agotamiento frente a sollicitaciones normales
  - 5.7. Flexión simple y flexión compuesta uniaxial
    - 5.7.1. Comprobación
    - 5.7.2. Dimensionamiento
  - 5.8. Flexión biaxial
    - 5.8.1. Comprobación
    - 5.8.2. Dimensionamiento
  - 5.9. Disposiciones geométricas y cuantías mínimas en armaduras longitudinales
  
- 6. CORTANTE
  - 6.1. Introducción
  - 6.2. Esfuerzo cortante efectivo
  - 6.3. Distribución de tensiones en el hormigón
  - 6.4. Grietas de cortante
  - 6.5. Planteamiento en la normativa actual
  - 6.6. Comportamiento del hormigón agrietado. Analogía de la celosía.
  - 6.7. Interacción flexión-cortante
  - 6.8. Punzonamiento
  
- 7. TORSIÓN
  - 7.1. Introducción
  - 7.2. Torsión en pre-fisuración
  - 7.3. Torsión en post-fisuración y rotura
  - 7.4. Interacción entre torsión y otros esfuerzos



## 8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- 8.1. Introducción
- 8.2. Tipos de análisis estructural
- 8.3. Análisis en segundo orden
- 8.4. Métodos aproximados de cálculo en segundo orden
  - 8.4.1. Método basado en la rigidez nominal
  - 8.4.2. Método basado en la curvatura nominal
- 8.5. Flexión compuesta esviada
- 8.6. Pilares zunchados

## 9. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

- 9.1. Introducción
- 9.2. Limitaciones a la deformación
- 9.3. Deformación. Método general
- 9.4. Método simplificado de cálculo de deformaciones de la EHE
- 9.5. Estado límite de fisuración
- 9.6. Estado límite de vibraciones

### TEMARIO PRÁCTICO:

Práctical: Cálculo de deformación en el tiempo de una probeta de hormigón.

Práctica 2: Cálculo de una región D (ménsula, apoyo a media madera, ...)

Práctica 3: Realización de un diagrama de interacción.

Práctica 4: Realización de un diagrama RSD.

Práctica 5: Armado a flexión en rotura de varias secciones.

Práctica 6: Dimensionamiento a cortante de varias secciones.

Práctica 7: Armado completo de una viga a ELLU.

Práctica 8: Verificación del ELS de deformación.

Práctica 9: Verificación del ELS de fisuración.

---

<sup>1</sup> Repaso de conocimientos adquiridos en cursos anteriores que son básicos para el correcto seguimiento de esta asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

Hernández Montes E. y Gil Martín L.M. "Hormigón Armado y Pretensado, Concreto Reforzado y Preesforzado". Edita Grupo Ingeniería e Infraestructuras.  
(LIBRO DE TEXTO DE LA ASIGNATURA)

Collins and Mitchell (1991). Prestressed Concrete Structures.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

CM2010. Código Modelo 2010.

### NORMATIVA:

EHE-08. Ministerio de Fomento.

Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón. 2004.

ACI-318-II. Concreto Reforzado y Preesforzado.

## ENLACES RECOMENDADOS

[www.ieca.es](http://www.ieca.es)

## METODOLOGÍA DOCENTE

La estructura de hormigón requiere de un aprendizaje integrado, es decir, es necesario entender lo aprendido y buscarle una aplicación práctica así como relacionar cada tema tanto con otros temas de la misma materia como de otras materias cursadas con anterioridad. Este hecho condiciona la metodología didáctica empleada, que se ha dividido en los cuatro bloques siguientes:

Clases teóricas.

Las clases teóricas se desarrollarán de forma clásica mediante lecciones magistrales.

Los temas que se exponen en clase están a disposición de los alumnos desde el primer día, puesto que existe libro de texto de la asignatura. El alumno antes de venir debe de haber dedicado algo de tiempo para familiarizarse con la materia con objeto de aprovechar al máximo la clase.

Puesto que el alumno dispone del tema por escrito no es necesario que tome apuntes exhaustivos y puede prestar atención a los aspectos conceptualmente más interesantes de cada clase. Las dudas o cuestiones que los alumnos planteen en clase se resolverán en la pizarra si son de interés general (en caso contrario se recurrirá a una tutoría individual).

Después de cada tema se hará una recopilación de los conceptos más importantes impartidos en las clases y se indicará el capítulo -o los artículos- de la normativa en los que se recogen los mismos.



### Clases prácticas.

El profesor resolverá en clase problemas para que el alumno vea como emplear la normativa.

Después de cada tema se realizarán prácticas cortas para que los alumnos se familiaricen con los artículos específicos de la normativa. Cuando se haya abordado suficiente materia el profesor dimensionará elementos estructurales y/o uniones. Estas prácticas se entregarán con suficiente anticipación para que el alumno que lo desee intente resolverlas antes de que lo haga el profesor en la pizarra. En el momento de proponer la práctica el profesor explicará la manera o maneras de abordar el problema y comentará los aspectos más importantes a tener en cuenta para realizar el ejercicio.

Siempre que sea posible, los ejercicios de clase serán exámenes de convocatorias anteriores de la asignatura. De esta manera el alumno conocerá el tipo de examen antes de presentarse a la convocatoria oficial de la asignatura.

A lo largo del curso los alumnos tendrán que realizar de 3 a 4 prácticas de casa obligatorias. Al examen parcial sólo se podrán presentar aquellos que hayan entregado correctamente las prácticas de casa.

### Seminarios.

Exposición en clase de ejercicios resueltos y preparados para ser expuestos por parte de los alumnos. Estos problemas se plantearán con suficiente antelación para que los alumnos los preparen y, después de su exposición, debatan con el resto de los compañeros los supuestos e hipótesis que hayan adoptado para resolverlos.

### Tutorías.

Reuniones individuales de carácter específico en las que se resolverán dudas planteadas por los alumnos.

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)					Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)				
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individual es (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
Semana 1											
Semana 2											
Semana 3											
Semana 4											
Semana 5											



