

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (∞)

# HORMIGÓN ARMADO (Concreto reforzado)

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 8/7/2020)

(Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 16/07/2020)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación común a la rama civil	Ingeniería estructural: Hormigón Estructural	3	6º	6	Obligatoria
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Enrique Hernández Montes (coordinador)</li> <li>Juan José Granados Romera</li> <li>Juan Chiachio Ruano</li> </ul>			Dpto Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, 4ª planta, E.T.S.I. CAMINOS, C. Y P.. Despacho nº 16, 15, 6, 7 (respect.) Correo electrónico: <a href="mailto:emontes@ugr.es">emontes</a> , <a href="mailto:jjgr@ugr.es">jjgr</a> , <a href="mailto:jchiachio@ugr.es">jchiachio</a> (@ugr.es), respectivamente		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			El horario de tutorías se puede consultar en el enlace: <a href="https://meih.ugr.es/pages/mecanica">https://meih.ugr.es/pages/mecanica</a> Se aconseja concertar cita por email.		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Civil			Arquitectura, Ingeniería de la Edificación		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener cursadas las asignaturas: Matemáticas I,II y III, Mecánica para Ingenieros y Teoría de Estructuras</li> </ul>					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Los contenidos que se desarrollan con esta materia van encaminados a que el alumno, futuro ingeniero civil, sea capaz de calcular elementos estructurales de hormigón armado.

### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

El título de Graduado/a en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 24 de mayo de 2019, el Sello Internacional de Calidad EUR-ACE®, otorgado por ANECA y el Instituto de la Ingeniería de España. Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.

1. Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
2. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
3. Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan.
4. Capacidad para analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento. Capacidad para aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento resistente de las estructuras para dimensionarlas siguiendo las normativas existentes y utilizando métodos de cálculo analíticos y numéricos.
5. Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas y capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.

### 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 y 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:

- Práctica 1: 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 ELU.
- Práctica 8: Verificación del ELS de deformación.
- Práctica 9: Verificación del ELS de fisuración.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Hernández Montes E. y Gil Martín L.M. "Hormigón Armado y Pretensado, Concreto Reforzado y Preesforzado" 2ª Edición. Colección Seinor del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Editorial Garceta. 2014.
- Collins and Mitchell (1991). Prestressed Concrete Structures.
- Ficha de Hormigón Armado según EC2 (disponible en copistería).

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

CM2010. Código Modelo 2010.

##### NORMATIVA:

- Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón.
- EHE. Ministerio de Fomento.
- ACI-318. Concreto Reforzado y Preesforzado.

#### ENLACES RECOMENDADOS

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



Clases disponibles en video: [ga3.ugr.es/es/serial/28.html](https://ga3.ugr.es/es/serial/28.html)

## METODOLOGÍA DOCENTE

El cálculo y diseño de estructuras 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 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 y las clases están disponibles en video en el enlace: <https://ga3.ugr.es/es/serial/28.html>.

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 o colectiva).

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.

No será obligatoria la asistencia a clase.

### Clases prácticas.

El profesor resolverá en clase problemas de hormigón armado 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 de estructuras de hormigón. Cuando se haya abordado suficiente materia el profesor dimensionará elementos estructurales completos.

A lo largo del curso se realizarán 3 ó 4 prácticas de casa. Estas prácticas se evaluarán con la nota



M, R o B. Los alumnos que aspiren a ser evaluados mediante evaluación continua tendrán que haber entregado todas las prácticas y haber obtenido una evaluación de R o B. Estas prácticas supondrán el 30% de la calificación final en el sistema de evaluación continua.

#### Tutorías.

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

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La evaluación continua constará de:

- Prácticas de casa y test Prado (30%)
- Primer parcial (35%)
- Segundo parcial (35%)

Los alumnos que hayan realizado la entrega de las prácticas a las que se ha hecho referencia en el apartado anterior de “clases prácticas” y que las hayan aprobado hasta la fecha de los parciales, podrán realizar dos exámenes parciales de la asignatura que se realizarán durante las horas de clase. Para aprobar la asignatura es necesario aprobar individualmente cada uno de los parciales, la ponderación de cada parte se indica entre paréntesis en el párrafo anterior.

El alumno que suspenda la evaluación continua tendrá otra oportunidad de aprobar presentándose a la convocatoria ordinaria en la fecha prevista por el Centro. En este caso el 100% de la calificación corresponderá al examen.

Los alumnos que opten por no seguir el curso y que, por tanto no entreguen las prácticas, serán evaluados mediante una EVALUACIÓN FINAL. Los alumnos en esta situación se podrán presentar al examen sólo si lo han solicitado al Centro en tiempo y forma. La evaluación final única a la que el alumno se puede acoger según la **NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA** (aprobada por Consejo de Gobierno el 26 de Octubre de 2016) constará de una prueba teórico-práctica o práctica del programa de la asignatura. Esta prueba representará el 100% de la nota final y se realizará en la fecha indicada por el Centro para la convocatoria ordinaria de la asignatura.

Las fechas de los exámenes ordinarios y extraordinarios serán las fijadas por el Centro.

Las prácticas no puntuarán en las convocatorias ordinaria ni extraordinaria de la asignatura, en las



que el 100% de la calificación será la obtenida en el examen.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”

Examen teórico-práctico o práctico en relación al programa de la asignatura.

### ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO  
(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL  
(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

NO PROCEDE

NO PROCEDE

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Se seguirá la metodología docente indicada más arriba. Si la situación sanitaria lo requiriera, de acuerdo con el Plan de Contingencia del Centro, se adoptarán medidas parciales de adaptación y virtualización siguiendo las pautas que se establecen más abajo para el Escenario B, y se comunicarán al Centro y el estudiantado por el procedimiento establecido.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

##### Convocatoria Ordinaria

Se seguirá el procedimiento de evaluación ordinaria indicado más arriba. Si la situación sanitaria lo requiriera, de acuerdo con el Plan de Contingencia del Centro, se adoptarán medidas parciales de adaptación y virtualización siguiendo las pautas que se establecen más abajo para el Escenario B, y se comunicarán al Centro y el estudiantado por el procedimiento establecido.

##### Convocatoria Extraordinaria

Se seguirá el procedimiento de evaluación extraordinaria indicado más arriba. Si la situación sanitaria lo requiriera, de acuerdo con el Plan de Contingencia del Centro, se adoptarán medidas parciales de adaptación y virtualización siguiendo las pautas que se establecen más abajo para el Escenario B, y se comunicarán al Centro y el estudiantado por el procedimiento establecido.

##### Evaluación Única Final

Se seguirá el procedimiento de evaluación única final indicado más arriba. Si la situación sanitaria lo requiriera, de acuerdo con el Plan de Contingencia del Centro, se adoptarán medidas parciales de adaptación y virtualización siguiendo las pautas que se establecen



más abajo para el Escenario B, y se comunicarán al Centro y el estudiantado por el procedimiento establecido.

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

**HORARIO**  
(Según lo establecido en el POD)

**HORARIO**  
(Según lo establecido en el POD)

A petición por los estudiantes mediante cita previa

Google Meet

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

El temario y la metodología no sufrirán cambio alguno.  
Las clases presenciales se sustituirán por clases grabadas en video (<https://ga3.ugr.es/es/serial/28.html>) y por clases virtuales utilizando Google Meet con el mismo horario que el indicado en la guía docente.

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

Se mantiene lo establecido salvo que los exámenes previstos se harán en formato no presencial (herramientas Prado y GMeet)

Habrà un examen personalizado, de tal forma que al finalizar dicho examen el alumno debe de subirlo a la plataforma o bien por correo electrónico al profesor encargado de su grupo, el examen escrito tendrá un valor del 50% de la nota asignada al examen normal en situación normal. El otro 50% será un examen oral individual de aproximadamente 15 minutos de duración con el profesor de su grupo, donde el alumno será preguntado sobre su examen o cualquier pregunta dentro del temario de la asignatura. El examen oral será por video conferencia, es necesario tener una cámara. Será necesario aprobar individualmente cada uno de los exámenes escrito y oral para hacer media.

#### Convocatoria Extraordinaria

Se mantiene lo establecido pero el examen será en formato no presencial y oral según lo indicado anteriormente

#### Evaluación Única Final

Se mantiene lo establecido pero el examen será en formato no presencial y oral según lo indicado anteriormente

### INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)





Firma (1): **DAVID LOPEZ MARTIN**  
En calidad de: **Secretario/a de Departamento**



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
[grados.ugr.es](https://grados.ugr.es)



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>  
Código seguro de verificación (CSV): **4E7A773F9CBAB48EAC800B44355303B8**