



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000430 - Hormigones Especiales y Materiales de Refuerzo**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AM - Master Universitario Ingeniería De Estructuras, Cimentaciones Y Materiales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000430 - Hormigones Especiales y Materiales de Refuerzo
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AM - Master Universitario Ingeniería De Estructuras, Cimentaciones Y Materiales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jaime Carlos Galvez Ruiz (Coordinador/a)	Lab.Mat.Constr	jaime.galvez@upm.es	L - 16:30 - 18:00 M - 16:30 - 18:00 X - 10:30 - 12:30
Marcos Garcia Alberti	Proyectos	marcos.garcia@upm.es	L - 12:00 - 14:00 X - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00

Encarnacion Reyes Pozo	Lab.Mat.Constr	encarnacion.reyes@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 15:30 - 17:30 X - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00
Alejandro Enfedaque Diaz	Lab.Mat.Constr	alejandro.enfedaque@upm.es	L - 16:00 - 18:00 M - 16:00 - 18:00 X - 17:00 - 18:00

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Física de Materiales
- Inglés: comprensión lectora
- Química del Cemento
- Materiales de Construcción
- Hormigón Armado y Pretensado
- Conocimientos básicos de química, mecánica de la fractura, estructuras y materiales compuestos.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE4 - Capacidad para la resolución de problemas de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica de infraestructuras que requieran el uso de hormigones especiales o materiales de refuerzo y se planteen en contextos globalizados.

CG2 - Capacidad de ejercer las funciones de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica mediante el uso de normativa europea e internacional.

CG3 - Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en Ingeniería Estructural, Geotécnica y de Materiales Estructurales.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA66 - Aplica la normativa existente sobre el uso de hormigones especiales

RA59 - Identifica las propiedades de los materiales de construcción en función del uso y condiciones ambientales y selecciona los apropiados

RA62 - Identifica los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia en el medio ambiente.

RA63 - Aplica técnicas de elaboración y caracterización de materiales de construcción.

RA64 - Identifica los requerimientos resistentes de materiales de construcción en función de la tipología estructural a partir de los fundamentos de su comportamiento mecánico y resistente y elige entre los hormigones especiales el más adecuado para cada caso.

RA65 - Aplica la normativa de hormigón con fibras y distingue entre las tipologías existentes de fibras. Distingue el uso estructural del hormigón con fibras y conoce los criterios de selección y dosificación del material.

RA61 - Establece las necesidades de materiales de construcción y de sistemas estructurales en distintas condiciones ambientales.

RA60 - Aplica la normativa de control y calidad de los materiales de construcción a partir de sus fundamentos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura contempla los aspectos técnicos, científicos y normativos de las tipologías de hormigones no convencionales. Se tratan además, temas relacionados con la investigación, proyecto, diseño de mezclas, puesta en obra, curado y durabilidad de estos hormigones. Incluye conceptos experimentales, aspectos prácticos y ejemplos de aplicaciones.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Conceptos previos

1.1. 1.1 Introducción a los hormigones especiales: conceptos previos.

1.2. 1.2 Componentes de los hormigones especiales: Cemento, agua, áridos, aditivos y adiciones.

### 2. Hormigones de alta resistencia.

### 3. Hormigones y morteros proyectados.

### 4. Hormigón arquitectónico.

### 5. Hormigones ligeros.

### 6. Hormigones pesados.

### 7. Durabilidad de hormigones especiales.

### 8. Hormigones con fibras.

8.1. Hormigón reforzado con fibras: conceptos previos. Hormigón reforzado con fibras metálicas.

8.2. El refuerzo estructural con fibras.

8.3. Hormigón reforzado con fibras poliméricas.

8.4. Hormigón reforzado con fibras de vidrio.

### 9. Hormigones con áridos reciclados.

### 10. Hormigones autocompactantes.

### 11. Hormigones refractarios. Morteros industriales.

### 12. Materiales para el proyecto y control de calidad.

### 13. Sostenibilidad: presente y futuro del hormigón.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura: motivación, logros, evaluación y calificaciones.</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Conceptos previos: Materiales componentes del hormigón: cemento, agua, áridos, aditivos y adiciones.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Test de conocimientos previos.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 00:30</p>
2	<p><b>Tema 1. Conceptos previos: hidratación y microestructura Tema 1. Conceptos previos: fabricación, transporte, puesta en obra. Propiedades del hormigón.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas sobre la sesión anterior</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00</p>
3	<p><b>Tema 2. Hormigón de alta resistencia.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas sobre la sesión anterior</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00</p>
4	<p><b>Tema 4. Hormigón arquitectónico.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00</p>
5	<p><b>Tema 5. Hormigones ligeros. Tema 6. Hormigones pesados.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00</p>
6	<p><b>Tema 9. Hormigones con áridos reciclados.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00</p>
7	<p><b>Tema 10. Hormigones autocompactantes.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00</p>



8				<b>Examen Parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:00
9	<b>Tema 8. Hormigones con fibras. 8.1. Hormigón reforzado con fibras: conceptos previos.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
10	<b>Tema 8. Hormigones con fibras. 8.2. El refuerzo estructural con fibras</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
11	<b>Tema 8. Hormigones con fibras. 8.3. Hormigón reforzado con fibras poliméricas.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
12	<b>Tema 8. Hormigones con fibras. 8.3 Hormigón reforzado con fibras de vidrio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
13	<b>Tema 3. Hormigones y morteros proyectados.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
14	<b>Tema 7. Durabilidad de hormigones especiales.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
15	<b>Tema 11. Hormigones refractarios. Morteros industriales. Tema 12. Materiales para el proyecto y control de calidad.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
16	<b>Tema 13. Sostenibilidad: presente y futuro del hormigón.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas sobre la sesión anterior.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00  <b>Realización de Cursos MOOC propuestos</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 20:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Test de conocimientos previos.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	.5%	5 / 10	
2	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
3	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
4	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
5	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
6	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7

7	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
8	Examen Parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	4 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
9	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
10	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
11	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
12	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
13	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
14	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7

15	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
16	Prácticas sobre la sesión anterior.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	.5%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	4 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7
17	Realización de Cursos MOOC propuestos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	20:00	10%	5 / 10	CE4 CG2 CG3 CB7 CB8 CB9

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB8 CB9 CE4 CG2 CG3 CB7

## 7.2. Criterios de evaluación

### Mediante evaluación continua

**Peso total de actividades de evaluación continua 20%**

**Peso total de actividades de evaluación final 80%**

La asignatura se plantea con un sistema de evaluación continua en el que si se obtienen las notas mínimas de cada prueba, la nota final de la asignatura será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5 sobre 10.

No obstante, la calificación final de los alumnos de evaluación continua no será inferior a la que hubiesen obtenido de aplicar los criterios de sólo prueba final que se indican a continuación.

**Para optar a la evaluación continua, se exige un mínimo de asistencia a las sesiones presenciales del 70%.**

Además, cada falta de asistencia se penalizará en la nota final con una reducción de 5/15 puntos de la nota final.

### Mediante sólo prueba final

Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

Los alumnos que opten por la evaluación mediante sólo prueba final deberán comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura durante las dos primeras semanas de clase.

Criterios de calificación: cada ejercicio se valorará de 0 a 10 y la calificación del examen será la media aritmética de los ejercicios que lo componen.

La calificación final de la asignatura mediante sólo prueba final será directamente la obtenida en el examen final.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
ACHE (2000). Monografía M-2. Manual de tecnología del hormigón reforzado con fibras de acero.	Bibliografía	
ACHE (2008). Monografía M-13: Hormigón autocompactante: Diseño y aplicación.	Bibliografía	
Alberti, M. G. (2015). Polyolefin fibre-reinforced concrete: from material behaviour to numerical and design considerations. Universidad Politécnica Madrid.	Bibliografía	
AENOR (2008). EN 14651:2005+A1:2007. Método de ensayo para hormigón con fibras metálicas. Determinación de la resistencia a la tracción por flexión (límite de Proporcionalidad (LOP), resistencia residual). Normativa de ensayos	Bibliografía	
Bazant, Z. P., Planas, J. (1997). Fracture and size effect in concrete and other quasibrittle materials. CRC press.	Bibliografía	

<p>Alberti, Marcos G., Alejandro Enfedaque, and Jaime C. Gálvez. "Polyolefin Fibres for the Reinforcement of Concrete." Alkenes. InTech, 2018.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Bentur, A., Mindess, S. (2006). Fibre reinforced cementitious composites. Taylor &amp; Francis.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Cunha Victor, M., Sena-Cruz José, M., Barros Joaquim, A. (2007). Pullout behaviour of hooked-end steel fibres in self-compacting concrete. Report 07-DEC/E06.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>EHE-08, (2008). Instrucción del Hormigón Estructural. Madrid, Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Fernández Cánovas, M. (2007). Hormigón. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>FIB, (2010). Model Code 2010-first complete draft. Fédération Internationale du Béton fib/International Federation for Structural Concrete.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Gálvez, J., Enfedaque, A., Alberti, M.G. (2014). Materiales de construcción II: Apuntes de hormigón reforzado con fibras. ETSICCP, UPM, Unidad Docente de Materiales de Construcción.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Garcés, P., Zornoza, E., Andión, L., Baeza, F., Galao, Ó. (2010). Hormigones conductores multifuncionales. Alicante, España: Editorial Club Universitario ECU.</p>	<p>Bibliografía</p>	



Gómez, J. F., Maestro, M. B. (2005). Guía práctica para la utilización del hormigón autocompactante. . Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones.	Bibliografía	
Grupo Español del Hormigón. (1996). Durabilidad de estructuras de hormigón. Guía de diseño CEB, boletín GEHO 12.	Bibliografía	
Mindess, S., Young, J., Darwin, D. (2003). Concrete (Second Edition). Pearson Education, Upper Saddle River, NJ.	Bibliografía	
Nawy, E. (2008). Construction Engineering Handbook. 2ed. FL, USA: Taylor & Francis group.	Bibliografía	
Spiratos, N., Pagé, M., Mailvaganam, N. P., Malhotra, V. M., Jolicoeur, C. (2003). Superplasticizers for Concrete: fundamentals, technology, and practice. Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development, Incorporated.	Bibliografía	
Taylor, H. F. (1990). Cement chemistry. Thomas Telford.	Bibliografía	
<a href="https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>	Recursos web	
Biblioteca de la ETS de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	Equipamiento	
Laboratorio de Materiales de Construcción	Equipamiento	
P. C. Aitcin, High-Performance Concrete, Taylor & Francis, 2004. ISBN 978-0419 192701	Bibliografía	