

## CURSO

**Materiales Compuestos para la Construcción: Hormigón Fibroreforzado**

## MODALIDAD

**A distancia**

## CARGA HORARIA

**Total: 60 horas, divididas en:**

- **30 hs de material expositivo on-line distribuidas en 12 instancias de 2,5 horas cada una**
- **10 hs para realizar tareas de evaluación**
- **20 hs de preparación**

## DOCENTES

**Responsable: Dra. Arq. María Esther Fernández**

**Otros: Dr. Quim. Ricardo Faccio**

## DESCRIPCIÓN

Este curso se enmarca dentro de las actividades del Laboratorio del Instituto de la Construcción así como el trabajo realizado desde 2010 con el Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón (ICITECH) de la Universidad Politécnica de Valencia, España y, desde 2013, con el Laboratorio de Cristalografía, Estado Sólido y Materiales, Cátedra de Física, DETEMA, de la Facultad de Química de la Universidad de la República.

La propuesta plantea una oferta formativa actual, que responde a la necesidad de los profesionales de la arquitectura, tanto en el ámbito de la construcción como del diseño, en adquirir los conocimientos iniciales que les permitan trabajar y/o desarrollar elementos y componentes elaborados con materiales compuestos, haciendo énfasis en aquellos de más reciente incorporación en el mercado como lo son los hormigones fibroreforzados.

Este curso se propondrá a los Comités Académicos de Posgrados de la FADU para gestionar su integración como curso lectivo u opcional en los Diplomados y Maestrías relacionados, principalmente, con el área tecnológica.

## OBJETIVOS

El objetivo general del curso es dotar a los estudiantes de los conocimientos necesarios para el análisis de comportamiento y valoración de desempeño de materiales compuestos, especialmente en lo referente a hormigón fibroreforzado.

Para los objetivos particulares se plantea:

- Analizar los materiales compuestos, tanto mecánica como químicamente, en cuanto los materiales componentes e interfases.

- Presentar las técnicas de análisis y valoración de desempeño mecánico y químico, comparando los resultados obtenidos en cada una de ellas cualitativa y cuantitativamente.

## METODOLOGÍA

Se trabajará en base a una metodología a distancia mediante la Plataforma EVA, con participación activa del estudiante. Se expondrán temas a través de material documental y multimedia, contando con un espacio de intercambio de opiniones y consultas. Esta parte expositiva se complementará a través de foros y actividades de evaluación continua.

### a) Actividades expositivas

Las mismas se realizarán en doce instancias de frecuencia semanal a través de presentaciones en formato multimedia y lecturas obligatorias, cuyo conjunto implicará una demanda para el estudiante de dos horas y media en cada oportunidad.

Este material estará disponible a partir del día lunes de la semana correspondiente, indicado en el calendario adjunto, y por un período de 7 días calendario, más un período adicional de 7 días superpuestos con la siguiente instancia. El acceso a este material, durante ese período, es ilimitado.

La adquisición de conocimientos se complementará con el estudio del material documental que se pondrá a disposición de los estudiantes en el aula virtual, así como la lectura de los textos indicados en la bibliografía.

### b) Instancias de consulta

Los medios por los cuales los estudiantes podrán canalizar sus consultas serán:

- 1) Foros temáticos dirigidos por los docentes
- 2) Foros de consultas planteadas por los estudiantes
- 3) Sesiones de consultas en tiempo real mediante el chat de la plataforma, o similar, realizadas en instancias predeterminadas, como mínimo una por cada módulo temático.

Éstas se realizarán los días y horarios que se coordinen previamente con los estudiantes inscriptos, a los efectos de asegurar la máxima participación.

### c) Evaluación

Se realizará a través de la Plataforma EVA y consistirá en actividades evaluables y controles, según el siguiente detalle:

- 1) Actividades de evaluación continua. Se realizará una por cada módulo temático y tendrán un tiempo límite de entrega de 7 días calendario a partir de la publicación del enunciado.

Las mismas podrán consistir en:

- i. Foros pregunta y respuesta. En estos foros los estudiantes deberán indicar lo solicitado en el enunciado del mismo, no pudiendo ver la respuesta de sus compañeros hasta realizar la propia.
- ii. Entrega de Tareas. En las mismas, se podrá solicitar que el estudiante realice una tarea que demuestre la comprensión de un tema, debiendo formalizar la entrega de la misma a través de un archivo en formato pdf.

Los puntajes establecidos para esta actividad es el expresado en la Tabla 1 del ítem Puntajes

#### b) Controles.

Los mismos consistirán en Cuestionarios de múltiple opción o respuesta corta, uno por módulo temático a realizar en el Aula Virtual y contarán con un tiempo limitado de acceso.

Estos cuestionarios estarán disponibles durante 7 días calendario, no coincidiendo con otra actividad evaluable ni con actividades expositivas de temas nuevos. Durante ese período se podrán realizar los cuestionarios en 2 oportunidades para superar el mínimo exigido o para mejorar la calificación. La opción de realizar el mismo en una nueva oportunidad permitirá obtener una segunda calificación, tomándose como válida la mayor de ambas.

Los puntajes establecidos en cada control es el expresado en la Tabla 1 del ítem Puntajes

## PUNTAJES

Los puntajes establecidos para actividad son los expresados en la Tabla adjunta:

Tabla 1 - Puntajes parciales y totales de las actividades a desarrollar

	puntaje del módulo	actividades evaluables	controles
M1	20	5	15
M2	35	10	25
M3	45	15	30
total	100	30	70

## APROBACIÓN

Para la aprobación del curso se deberá alcanzar, como mínimo, el 50 % del puntaje en cada uno de los grupos de actividad propuesto: 15 puntos en las actividades de evaluación y 35 puntos en los controles, correspondiendo la suma de esos puntajes, 50 puntos, a la nota mínima de calificación (06 puntos) según Tabla 2.

Tabla 2 - Correspondencia entre puntaje obtenido y nota de calificación

puntaje mínimo	50	58	67	75	83	92	100
calificación	6	7	8	9	10	11	12

## CONTENIDO DEL CURSO

El curso tendrá 12 instancias semanales expositivas distribuidas en las siguientes unidades:

### **UNIDAD 1 - Material Compuesto: Definición y usos. (7,5 hs)**

- Introducción a los Materiales Compuestos. Definición y principales usos de los materiales compuestos en la Industria de la Construcción.
- Materiales componentes y compuestos. Clasificación de los materiales. Características principales para su empleo en un material compuesto. Compatibilidad e interfases.

### **UNIDAD 2 - TÉCNICAS DE INSPECCION Y EVALUACIÓN DE MATERIALES. (10 hs)**

- Por y para qué se utilizan. Caracterización de los materiales componentes y del compuesto
- Caracterización química: DRX, Raman, TG, FRX, SEM y EDS.
- Caracterización mecánica: caracterización granulométrica, ensayos de resistencia a compresión, resistencia a flexión, resistencia a tracción por compresión diametral, determinación del módulo elástico.

### **UNIDAD 3 - HORMIGÓN FIBROREFORZADO (12,5 hs)**

- Modelización y determinación de la longitud crítica de fibra. Metodologías de análisis de la interfase.
- Normativa aplicable para su uso y evaluación de desempeño. Criterios aplicables al cálculo de secciones. Técnicas de evaluación específicas.
- Procedimientos para su elaboración y puesta en obra. Análisis de ejemplos a través de obras realizadas con este material.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Askeland, Donald R., Pradeep P. Fulay, and González y Pozo, V., *Ciencia E Ingeniería de Los Materiales* (Thomson, 2004)
- Bansal, Narottam P., *Handbook of Ceramic Composites* (Kluwer Academic Publishers, 2005)
- Bentur, A., *Fibre Reinforced Cementitious Composites* (Taylor & Francis, 2006)
- Callister, W. D., Molera Solà, P. and Anglada Gomila, M. J., *Introducción a La Ciencia e Ingeniería de Los Materiales* (Reverté, 1996)
- Campbell, Donald H., "Microscopical Examination and Interpretation of Portland Cement and Clinker" (*Construction Technology Laboratories*, 1986), p. 128
- Fédération internationale du béton, *fib Model Code for Concrete Structures 2010*, 436 p.
- Giraldo M., Tobón, I., "Mineralogical evolution of portland cement during hydration process", *DYNA*, 73, 69–81
- Hull, D. *Materiales Compuestos*. (Reverté, 1987)
- Instrucción Del Hormigón Estructural (EHE-08)
- Krenkel, W., *Ceramic Matrix Composites: Fiber Reinforced Ceramics and Their Applications* (Wiley-VCH, 2008)
- Mindess, S., N. Wang, L.D. Rich, and D.R. Morgan, "Impact Resistance of Polyolefin Fibre Reinforced Precast Units", *Cement and Concrete Composites*, 20 (1998), 387–92
- Norma UNE 83502:2004 Hormigones Con Fibras. Fabricación En Laboratorio.
- Norma UNE 83503:2004 Hormigones Con Fibras. Medida de La Docilidad Por Medio Del Cono Invertido.
- Norma UNE 83504:2004 Hormigones Con Fibras. Fabricación Y Conservación de Probetas Para Los Ensayos de Laboratorio.
- Norma UNE 83507:2004 Hormigones Con Fibras. Rotura Por Compresión.
- Norma UNE 83509:2004 Hormigones Con Fibras. Rotura Por Flexotracción.
- Norma UNE-EN 14889-2:2008 - Fibras Para Hormigón. Parte 2: Fibras Poliméricas. Definiciones, Especificaciones Y Conformidad.
- Norma UNIT-NM 8:1998 Hormigón. Determinación de La Resistencia a La Tracción Simple Por Compresión Diametral.
- Norma UNIT-NM 101:1998 Hormigón - Ensayo de Compresión de Probetas Cilíndricas
- Shackelford, J. F. and Güemes Gordo, A., *Introducción a La Ciencia de Materiales Para Ingenieros* (Pearson Educación, 2010)
- Skoog, D. A., Leary, J. J., and Blasco, C. A., *Análisis Instrumental* (McGraw-Hill, 1994)
- Smith, M. R., Cooper, S. J., Winter, D. J., and Everall, N., "Detailed Mapping of Biaxial Orientation in Polyethylene Terephthalate Bottles Using Polarised Attenuated Total Reflection FTIR Spectroscopy", *Polymer*, 47 (2006), 5691–5700
- Smith, W. F., Hashemi, J., Nagore Cázares, G., and González-Caver, P. A., *Fundamentos de La Ciencia e Ingeniería de Materiales*.
- Tsai, S W, and A Miravete de Marco. *Diseño y Análisis de Materiales Compuestos*. (Reverté, 1988)

Módulo	Unidad temática	período disponible <sup>(1)</sup>		Tema a desarrollar
		apertura	cierre	
<b>M1</b> Introducción a los Materiales Compuestos	1	semana 1	semana 2	Introducción a los materiales compuestos. Definición, precedentes y clasificación.
	2	semana 2	semana 3	Materiales componentes: de la matriz y la fase dispersa.
	3	semana 3	semana 4	Características principales de los materiales. Compatibilidad e interfaces
		semana 4	semana 4	Control 1
<b>M2</b> Técnicas de Inspección y Evaluación de Materiales Compuestos	4	semana 5	semana 6	Caracterización química 1: FRX, DRX, SEM
	5	semana 6	semana 7	Caracterización química 2: Raman, TG, EDS
	6	semana 7	semana 8	Caracterización Mecánica 1: Ensayos de resistencia a compresión y determinación de módulo elástico.
	7	semana 8	semana 9	Caracterización Mecánica 2: Ensayos de resistencia a tracción por compresión diametral y resistencia a flexión.
		semana 9	semana 9	Control 2
<b>M3</b> Hormigón Fibroreforzado	8	semana 10	semana 11	Hormigón fibroreforzado 1: Modelización y determinación de la longitud crítica de la fibra. Metodologías de análisis de la interfase.
	9	semana 11	semana 12	Hormigón fibroreforzado 2: Normativa aplicable para su uso y evaluación de desempeño (1a parte)
	10	semana 12	semana 13	Hormigón fibroreforzado 3: Técnicas de evaluación específicas.
	11	semana 13	semana 14	Hormigón fibroreforzado 4: Criterios aplicables al cálculo de secciones. Normativa existente
	12	semana 14	semana 15	Hormigón fibroreforzado 5: Procedimientos para su elaboración y puesta en obra. Obras realizadas.
		semana 15	semana 15	Control 3

<sup>(1)</sup> las semanas corresponden a las hábiles, quedando excluidas la semana de turismo así como las semanas de parciales y exámenes

semana <sup>(1)</sup>	material expositivo												actividades evaluables	test online	
semana 1	1														
semana 2		2													
semana 3			3										AE1		
semana 4														C1	
semana 5				4											
semana 6					5										
semana 7						6									
semana 8							7						AE2		
semana 9														C2	
semana 10								8							
semana 11									9						
semana 12										10					
semana 13											11				
semana 14												12	AE3		
semana 15														C3	

<sup>(1)</sup> las semanas corresponden a las hábiles, quedando excluidas la semana de turismo así como las semanas de parciales y exámenes