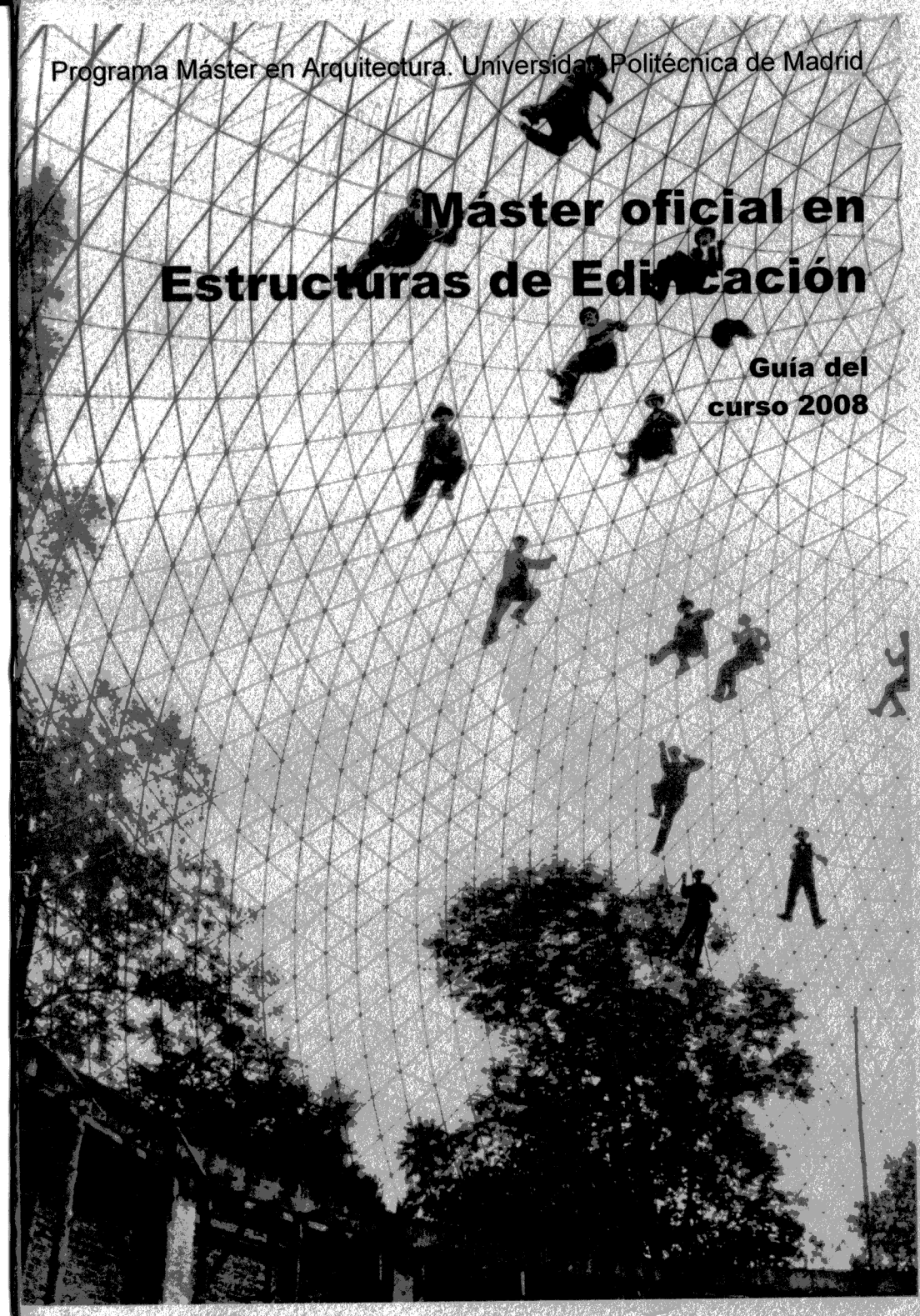


Programa Máster en Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid

# Máster oficial en Estructuras de Edificación

Guía del  
curso 2008



## Máster Oficial en Estructuras de Edificación

Guía del Curso 2008

**Coordinador:**

Ricardo Aroca Hernández-Ros

**Secretario:**

Santiago Huerta Fernández

**Profesores:**

Antuña Bernardo, Joaquín	Ortiz Herrera, Jesús M <sup>a</sup>
Aroca Hernández-Ros, Ricardo	Patricio Jiménez, Carmen
Avila Jalvo, José Miguel	Pérez Arenas, Rafael Ángel
Bernabeu Larena, Alejandro	Puertas del Río, Lina
Castañon Cristobal, Fernando	Quintas Ripoll, Valentín
Cervera Bravo, Jaime	Río Bueno, Alfonso del
Conde Conde, Jorge	Río Vega, M <sup>a</sup> Concepción del
Fernández Cabo, José Luis	Rodríguez Santiago, Jesús
García Alonso, M <sup>a</sup> Dolores	Rodríguez Ortiz, José M <sup>a</sup>
García Gamallo, Ana M <sup>a</sup>	Rodríguez de Rivas A., Juan
Gómez López, Eduardo	Rguez-Monteverde Cantarell, Pilar
Gómez Navarro, Miguel	Ruiz Palomeque, Gerardo
González Cárceles, Juan	Salva Prieto, Juan Carlos
Hernando García, José Ignacio	San Salvador Ageo, Luis
Huerta Fernández, Santiago	Sánchez Hípola, Rosa
Jaenicke Cendoya, Ignacio	Sopeña Mañas, Luis Miguel
Jurado Jiménez, Francisco	Torre Calvo, Juan Francisco de la
Mas-guindal Lafarga, Antonio	Vázquez Espí, Mariano
Miguel Rodríguez, José Luis de	Vega Catalán, Luis
Moreno Robles, Javier	Villa Cellino, Julia
Orta Rial, Belén	

**Alumnos becarios:**

Paula Fuentes González y Fabián López Ulloa

**Índice**

1. Preámbulo 5
  2. Organización docente 7
  3. Organización de clases lectivas: Módulos y asignaturas 12
  4. Calendario por semanas y asignaturas 14
  5. Realización del Máster: uno ó dos años 22
- Apéndice: definiciones y "números gordos" 22

Quien quiera adquirir un conocimiento profundo del funcionamiento de las estructuras, nunca lo obtendrá sólo a partir de los libros, y no podemos pretender impartirlo. Sólo se ha mostrado el alfabeto, con la ayuda del cual, podrá aprender «leyendo» en las estructuras existentes, y partir de la experiencia adquirida en el trabajo profesional.

**Anónimo.** *La estática de los puentes* (1861)

La preeminencia que se da a las matemáticas en nuestras escuelas técnicas termina por persuadir a los jóvenes estudiantes de la ilimitada potencia de los cálculos teóricos y les da una fe ciega en sus resultados.

Es verdaderamente lamentable que algunas de las mejores cualidades de la mente tales como la intuición y la comprensión, hayan quedado sepultadas bajo fórmulas matemáticas abstractas e inoperantes.

**Pier Luigi Nervi** *Estructuras*

Es absurdo descender a la concreción cuantitativa sin la seguridad de tener encajado el conjunto en sus acertados dominios. Es un error demasiado corriente empezar a calcular la viga número 1 sin haber antes meditado si la construcción debe llevar vigas o no.

**Eduardo Torroja** *Razón y Ser de los tipos estructurales*

## 1. Preámbulo

Aunque afortunadamente la fuerza de la gravedad, el viento y los terremotos no han cambiado, ni tampoco lo han hecho de manera sensible los materiales estructurales vivimos una época de continuos cambios normativos y de un creciente sistema de controles que obliga cada vez más a cuidar y justificar las decisiones.

Un titulado con conocimientos sólidos de teoría de estructuras, con dedicación suficiente, debe ser capaz de asimilar y aplicar cualquier nueva normativa, aprender el manejo de los programas de ordenador que puedan ayudarle en su trabajo y con el tiempo llegar a ser capaz de evaluar con eficacia distintas alternativas para tomar decisiones de diseño.

Este Máster aporta las ventajas de la formación reglada que sirve, y no es poco, para recorrer en menos tiempo y con más seguridad el camino preciso para adquirir confianza en el trabajo profesional de redactar la parte del proyecto de ejecución correspondiente a la cimentación y la estructura, incluyendo no sólo la documentación gráfica general y de detalle sino también la escrita, cada vez más importante a efectos de control de calidad y seguridad en el resultado económico.

Por otra parte, la realización de un Máster oficial como el presente, con 60 créditos de postgrado, habilita para acceder al tramo de investigación, esto es pedir un título de Tesis Doctoral, dentro de una Línea de Investigación en cualquier universidad española. En este sentido, las enseñanzas de máster oficial sustituyen con ventaja al antiguo doctorado.

El seguimiento del curso implica un intenso trabajo personal por lo que está estructurado para que pueda ser superado en un año a tiempo completo o en dos años a tiempo parcial. El Máster se estructura en cinco Módulos troncales: M1) General y cimentaciones (10 cr.); M2) Hormigón (10 cr.); M3) Fundamentos, aplicaciones y programas (6cr.); M4) Acero (10 cr.); y M5) Madera y fábrica modernas (6 cr.). Se puede elegir, después, entre dos bloques optativos, cada uno de 8 cr.: M6) Análisis y consolidación de estructuras históricas; y M7) Estructuras espaciales. Finalmente, a lo largo del curso el alumno deberá desarrollar un proyecto de estructuras a nivel de ejecución que presentará al final como Proyecto Fin de Máster (10 cr.)

Los alumnos dispondrán de un aula propia (pabellón nuevo, aula 1N1) durante todo el día en la que no sólo recibirán las clases y se celebrarán los seminarios, también podrán trabajar y, por las mañanas, dispondrán en todo momento de un tutor. Tendrán también disponibles todos los programas de ordenador que pueden facilitar su labor y durante el curso adquirirán destreza y seguridad en su uso.

## 2. Organización docente

La organización docente se basa en las llamadas "Directrices de Bolonia" que miden la dedicación del alumno en función, no de las clases lectivas, como hasta ahora, sino en función del trabajo total del alumno (véase Apéndice al final). Las directrices tienen como objetivo homogeneizar la estructura de los estudios en la Unión Europea para facilitar la movilidad de estudiantes y titulados.

El trabajo del alumno se puede dividir en:

**tiempo de contacto con el profesor.** Incluye:

- *clases lectivas*
- *seminarios*: clases en que el profesor se reúne con los alumnos para discutir temas prácticos o ejercicios del programa
- *tutelas*: tiempo en que el profesor resuelve de manera individual, o en pequeños grupos, preguntas de los alumnos
- *otros*: conferencias, dossieres de obra, trabajo en laboratorio, visitas de obra, etc.

**tiempo de trabajo personal.** Incluye:

- estudio y reflexión, trabajo de biblioteca, elaboración de trabajos, manejo de programas, etc.

En nuestro caso el esquema básico del Calendario es el siguiente:

- clases lectivas enero-julio
- pruebas finales de evaluación julio y septiembre
- PFM, fase final, septiembre y principios de octubre
- PFM, defensa oral pública, octubre

**Clases lectivas:**

Las clases lectivas se estructuran de la siguiente manera:

- 1) Duración lectiva del Máster: 25 semanas de enero a julio.
- 2) Horas de clase por semana: 15 horas de clase.
- 3) Días de clase y horario: Lunes, Martes y Miércoles, 15,30-21,00 h.

La limitación y concentración de horas de clase lectiva busca facilitar el trabajo personal del alumno y dejar espacio para los trabajos de taller y laboratorio, las visitas y conferencias, y el resto de actividades.

Las clases se organizan en tres partes, para todas las asignaturas del Máster, de la siguiente forma:

15,30 á 17,00 Primera parte

17,00 á 17,15 *Descanso*

17,15 á 18,45 Segunda parte

18,45 á 19,00 *Descanso*

19,00 á 21,00 Tercera parte

En general, las dos primeras partes tendrán una orientación más teórica y la última más práctica, si bien siendo el enfoque del Máster profesional la práctica estará presente en todas ellas. En esta tercera parte se expondrá el contenido del trabajo semanal que se recogerá la semana siguiente.

Las clases lectivas impartidas por los profesores del Máster se ordenan en *asignaturas* que, a su vez, se agrupan en *módulos*. Cada módulo tiene un *Director responsable* de su organización y funcionamiento. El

módulo es, en realidad, la unidad básica del Máster: las enseñanzas se coordinan dentro de cada módulo y, finalmente, tras la Junta de Calificación de los profesores implicados, se emite una calificación única. Esto quiere decir que un módulo se aprueba o se suspende, pero no se aprueban o suspenden asignaturas aisladas dentro del módulo. Se busca de esta manera reforzar la coordinación y facilitar la concentración del alumno en objetivos homogéneos.

**Trabajos prácticos semanales:**

En general, al final de cada día lectivo el alumno recibirá un trabajo práctico para resolver a lo largo de la semana. Esto supondrá, aproximadamente, la realización de dos o tres trabajos prácticos semanales.

**Seminarios:**

Los seminarios van asociados a las clases lectivas. Su horario es de 13,00 a 14,30 horas. El Diccionario de la RAE define seminario "como lugar donde se reúne el profesor con los alumnos para realizar tareas de investigación". Siendo un Máster de orientación profesional la "investigación" debe entenderse como la discusión entre profesor y alumnos de los aspectos que suscitan más dificultad. El seminario puede funcionar también como *taller* o *laboratorio* en que el profesor propondrá problemas o cuestiones a los alumnos (por ejemplo los problemas que ha suscitado el trabajo práctico semanal). También, puede usarse el tiempo de seminario para exposiciones de los alumnos, etc., siguiendo el modelo europeo.

En general, a cada bloque lectivo de 5 horas, le corresponde un seminario. (Dado que hay dos seminarios por semana, no siempre es

posible asignar un seminario a la clase práctica de la semana anterior; véase el Calendario.)

#### **Conferencias:**

Las conferencias se imparten los lunes en el Salón de Actos de la ETSAM según el Calendario que se presente más adelante. Van dirigidas no sólo a los alumnos del Máster sino a todos los miembros de la ETSAM, alumnos y profesores, interesados en el proyecto de estructuras. Por este motivo, empiezan en febrero después del comienzo de las clases del segundo semestre. Serán impartidas por arquitectos e ingenieros de prestigio en el campo del proyecto de estructuras.

#### **Dosieres de obra:**

Los dosieres de obra son exposiciones sobre el desarrollo de una obra de estructuras, siguiendo paso a paso su evolución desde las primeras etapas de proyecto hasta su terminación. La exposición será eminentemente gráfica con fotos de las distintas etapas, y el conferenciante discutirá los problemas concretos más significativos. Los dosieres de obra están adscritos a sus correspondientes módulos y, en general, serán impartidos por los profesores asociados a los módulos, o por otros profesores del Departamento de Estructuras.

#### **Tutelas:**

Las tutelas son el espacio en que el alumno puede preguntar de forma personal al profesor sus dudas. Durante toda la semana, por las mañanas, habrá siempre un profesor tutor en el Aula del Máster. Por otra parte, cada profesor podrá atender a los alumnos en su horario de tutelas.

#### **Trabajo personal del alumno:**

El trabajo personal lo puede desarrollar el alumno donde le parezca más conveniente. El aula del Máster estará abierta todos los días de lunes a viernes de 9 a 21,30. En el aula hay ordenadores fijos con los programas de estructuras y de propósito general más usuales. Por otra parte, hay salidas de Internet y tomas de corriente para ordenadores portátiles.

#### **PROYECTO DE ESTRUCTURA FIN DE MASTER [10 cr.] (entrega septiembre; defensa octubre 2008)**

El Proyecto de Estructura Fin de Máster se entregará a finales de septiembre. El tema se propondrá individualmente a los alumnos en la semana 8 y se asignará definitivamente en la semana 12, después de Semana Santa. Habrá tutelas a partir de esa fecha y se irá trabajando en su elaboración. A cada alumno se le asignará un tutor para el PFM. La coordinación de los distintos tutores correrá a cargo del Director del PFM; se realizarán reuniones mensuales para garantizar la homogeneidad de criterios. La segunda quincena de julio y el mes de septiembre completo estarán dedicados a la terminación definitiva del proyecto. En octubre se realizará la defensa oral pública del Proyecto de Estructura Fin de Máster.

### 3. Organización de clases lectivas: Módulos y asignaturas

#### MÓDULOS TRONCALES:

**M1 General y cimentaciones** [10 cr.] Directores: José Luis de Miguel Rodríguez y Ana María García Gamallo

- Modelos estructurales: bases de la normativa (2)
- La estructura en el proyecto arquitectónico: parámetros relevantes (2)
- Control y dirección de estructuras. Documentos de proyecto (2)
- Reconoc. del terreno y estudios geotécnicos. Excavaciones urbanas (1)
- Proyecto de estructuras de cimentación (3)

**M2 Hormigón** [10 cr.] Director: Jesús Rodríguez Santiago

- Estructuras de hormigón armado y pretensado (3)
- Estructuras de edificación de hormigón con armaduras postesas (2)
- Refuerzo de estructuras de hormigón (2)
- Patologías de hormigón estructural (2)
- Forjados de hormigón (1)

**M3 Teoría y aplicación de programas** [6 cr.] Director: Ricardo Aroca Hernández-Ros

- Fundamentos del análisis y su aplicación al cálculo por ordenador (2)
- Bases del método de elementos finitos: Programas (2)
- Aplicación de la normativa sismorresistente (2)

**M4 Acero** [10 cr.] Director: Jaime Cervera Bravo

- Estructuras de acero y mixtas de acero-hormigón (3)
- Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor (2)
- Análisis en rotura: placas y pórticos. Proyecto de uniones (2)
- Forjados de acero (1)
- Aplicación de la normativa de protección contra incendios (2)

**M5 Estructuras de madera y fábrica** [6 cr.] Director: José Luis Fernández-Cabo

- Estructuras de madera (3)
- Estructuras de fábrica de ladrillo y bloque (3)

**PFM Proyecto Fin de Máster.** Director: Antonio Mas-Guindal Lafarga

#### MÓDULOS OPTATIVOS:

**M6 Análisis y consolidación de estructuras históricas** [8 cr.] Director: Santiago Huerta Fernández

- Análisis límite de estructuras de fábrica y madera (2)
- Diagnos y consolidación de estructuras históricas (2)
- Intervención en cimentaciones construidas (2)

Historia de la construcción y de las estructuras (2)

**M7 Estructuras espaciales** [8 cr.] Director: Valentín Quintas Ripoll

- Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (2)
- Estructuras espaciales: cáscaras (2)
- Estructuras tensadas y espaciales de barras (2)
- Aplicaciones de herramientas matemáticas (2)

### Organización de las clases lectivas (enero a julio 2008)

Sem	L	M	X
1	<b>M1</b>		
2	General. Proyecto. Normativa		
3			
4		Cimentaciones	
5		[10 cr]	
6	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
7			
8			
9			
10			
11			
12		Fundamentos Aplicaciones y Programas	
13	Hormigón		Acero
14	[10 cr]	[6 cr]	[10 cr]
15		<b>M5</b>	
16			
17		Madera y fábrica	
18			
19		[6 cr]	
20			
21			
22	<b>M6 ó M7</b>		
23		Especialización	
24		[8 cr]	
25			



4. Calendario por semanas y asignaturas

Sem	Hora	L	M	X
<b>1</b> 8-9 Enero	13,30	FIESTA	INAUGURACION DEL MÁSTER (Salón de actos)	Control y dirección de estructuras de edificación (J. González Cárceles)
	15,30			
<b>2</b> 14-16 Enero	13,00	Modelos estructurales: bases de la normativa (J. L. de Miguel)	Sem: La estructura en el proyecto	Sem: Control y dirección estructuras
	15,30		La estructura en el proyecto arquitectónico (R. Aroca)	Control y dirección de estructuras de edificación (J. González Cárceles)
<b>3</b> 21-23 Enero	13,00	Dosier de obra: Cimentaciones 1	Sem: Model. estruct. bases normativa	Sem: Control y dirección estructuras
	15,30	Modelos estructurales: bases de la normativa (J. L. de Miguel)	La estructura en el proyecto arquitectónico (R. Aroca)	Control y dirección de estructuras de edificación (J. González Cárceles)
<b>4</b> 29-30 Enero	13,00	FIESTA	Sem: La estructura en el proyecto	Sem: Proy. Estruct. cimentación
	15,30		Reconocimiento del terreno. Excavaciones urbanas (J. M. Rodríguez Ortiz, L. Sopeña, J. Moreno)	Proyecto de estructuras de cimentación (A. M. G-Gamallo, R. Pérez Arenas, P. R-Monteverde)
<b>5</b> 4-6 Febrero	13,00	Dosier de obra: Cimentaciones 2	Sem: Reconoc. Terreno.Excavaciones	Sem: Proyecto estruct. cimentación
	15,30	Proyecto de estructuras de cimentación (A. M. G-Gamallo, R. Pérez Arenas, P. R-Monteverde)	Proyecto de estructuras de cimentación (A. M. G-Gamallo, R. Pérez Arenas, P. R-Monteverde)	Proyecto de estructuras de cimentación (A. M. G-Gamallo, R. Pérez Arenas, P. R-Monteverde)
<b>6</b> 11-13 Febrero	13,00	Conferencia 1	Sem: Proyecto estruct. cimentación	Sem: Proyecto estruct. cimentación
	15,30	Estructuras de hormigón armado y pretensado (J. Rodríguez Santiago)	Fundamentos del análisis de estructuras y su aplicación (R. Aroca)	Estructuras de acero y mixtas de acero-hormigón (J. Cervera, J. Ortiz)
<b>7</b> 18-20 Febrero	13,00	Dosier de obra: Hormigón 1	Sem: Estructuras de hormigón	Sem: Estructuras acero y mixtas
	15,30	Estructuras de hormigón armado y pretensado (J. Rodríguez Santiago)	Fundamentos del análisis de estructuras y su aplicación (R. Aroca)	Aplic. normativa contra incendios (J. Villa)

Sem	Hora	L	M	X
<b>8</b> 25-27 Febrero	13,00	Dossier de obra: Acero 1	Sem: Fundam. Análisis y aplicación	Sem: Aplic. normativa incendios
	15,30	Estructuras de hormigón armado y pretensado (J. Rodríguez Santiago)	Fundamentos del análisis de estructuras y su aplicación (R. Aroca)	Estructuras de acero y mixtas de acero-hormigón (J. Cervera, J. Ortiz) // Forjados de acero (E. Gómez)
<b>9</b> 3-5 Marzo	13,00	Conferencia 2	Sem: Estructuras de hormigón	Sem: Forjados de acero
	15,30	Estructuras de hormigón armado y pretensado (J. Rodríguez Santiago)	Aplicación de la normativa sismo-resistente (J. L. de Miguel)	Forjados de acero (E. Gómez)
<b>10</b> 10-12 Marzo	13,00	Dossier de obra: Hormigón 2	Sem: Aplicación norm. sismo	Sem: Forjados de acero
	15,30	Estructuras de hormigón armado y pretensado (J. Rodríguez Santiago) // Forjados de hormigón (E. Gómez)	Aplicación de la normativa sismo-resistente (J. L. de Miguel)	Estructuras de acero y mixtas (J. I. Hernando, J. Conde) // <del>Forjados de acero (E. Gómez)</del>
<b>11</b> 24-26 Marzo	13,00	Dossier de obra: Acero 2	Sem: Estructuras de hormigón	Sem: <del>Forjados de acero</del> E. Acero/Mixt
	15,30	Forjados prefabricados de hormigón (E. Gómez)	Aplicación de la normativa sismo-resistente (J. L. de Miguel)	E. Acero/Mixt (J. I. J. C.) <del>Forjados de acero (E. Gómez)</del> <del>Forjados de hormigón (E. Gómez)</del>
<b>12</b> 31-2 Marzo-Abril	13,00	Conferencia 3	Sem: Aplicación normat. sismo	Sem: Estructuras acero y mixtas
	15,30	Estruct. horm. armaduras postesas (M. Gómez Navarro, A. Bernabeu Larena)	Método elementos finitos: Progrs. (L. Puertas)	Estructuras de acero y mixtas (J. I. Hernando, J. Conde)
<b>13</b> 7-9 Abril	13,00	Dossier de obra: Hormigón 3	Sem: Método elementos finitos	Sem: Estructuras acero y mixtas
	15,30	Estruct.horm. armaduras postesas (M. Gómez Navarro, A. Bernabeu Larena)	Método elementos finitos: Progrs. (L. Puertas)	Análisis en rotura de placas y pórticos (J. I. Hernando, J. Conde)
<b>14</b> 14-16 Abril	13,00	Conferencia 4	Sem: Estr. horm. armaduras postesas	Sem: Análisis rotura placas y pórticos
	15,30	Estruct.horm. armaduras postesas (M. Gómez Navarro, A. Bernabeu Larena)	Método elementos finitos: Progrs. (L. Puertas)	Análisis en rotura de placas y pórticos (J. I. Hernando, J. Conde)
<b>15</b> 21-13 Abril	13,00	Dossier de obra: Acero 3	Sem: Método elementos finitos	Sem: Análisis rotura placas y pórticos
	15,30	Patologías de hormigón estructural (D. Ga. Alonso, G. Ruiz P.)	Estructuras de madera (J. L. Fdez Cabo)	Análisis en rotura: placas y pórticos (J. I. Hernando, J. Conde)

Sem	Hora	L	M	X
<b>16</b> 28-30 Abril	13,00	Conferencia 5	Sem: Estructuras de madera	Sem: Análisis rotura: placas y pórticos
	15,30	Patologías de hormigón estructural (D. Ga. Alonso, G. Ruiz P.)	Estructuras de madera (J. L. Fdez Cabo)	Estr. Perfiles pequeños espesor (L. San Salvador)
<b>17</b> 5-7 Mayo	13,00	Dosier de obra: Fábrica moderna	Sem: Patologías hormigón estructural	Sem: Perfiles pequeños espesor
	15,30	Patologías de hormigón estructural (D. Ga. Alonso, G. Ruiz P.)	Estructuras de madera (J. L. Fdez Cabo)	Estr. Perfiles pequeños espesor (L. San Salvador)
<b>18</b> 12-14 Mayo	13,00	Conferencia 6	Sem: Estructuras de madera	Sem: Perfiles pequeños espesor
	15,30	Refuerzo estructuras de hormigón (A. del Río)	Estructuras de madera (J. L. Fdez Cabo)	Estr. Perfiles pequeños espesor (L. San Salvador)
<b>19</b> 19-21 Mayo	13,00	Dosier de obra: Madera	Sem: Refuerzo estructuras hormigón	Sem: Perfiles pequeños espesor
	15,30	Refuerzo de estructuras hormigón (A. del Río)	Estructuras madera (J. L. Fdez Cabo)// Estr. fábrica (C. Río Vega)	Aplic. normativa contra incendios (J. Villa)
<b>20</b> 26-28 Mayo	13,00	Conferencia 7	Sem: Estructuras de madera	Sem: Aplic. normativa incendios
	15,30	Refuerzo de estructuras hormigón (A. del Río)	Estructuras fábrica ladrillo y bloque (C. Río Vega)	Aplic. normativa contra incendios (J. Villa)
<b>21</b> 2-4 Junio	13,00	Dosier de obra: Estruct. Históricas 1	Sem: Estructuras de fábrica	Sem: Aplic. normativa incendios
	15,30	Estructuras fábrica ladrillo y bloque (C. Río Vega)	Estructuras fábrica ladrillo y bloque (C. Río Vega)	Estructuras fábrica ladrillo y bloque (C. Río Vega)

**M6- Análisis y consolidación de estructuras históricas**

<b>22</b> 9-11 Junio	13,00	Conferencia 8	Sem: Análisis límite de fábricas	Sem: Estructuras de fábrica
	15,30	Teoría y práctica del análisis límite de estructuras de fábrica (S. Huerta)	Historia de la construcción y de las estructuras (S. Huerta)	Teoría y práct. diagnosis y consol. estructuras históricas (A. Mas Guindal)
<b>23</b> 16-18 Junio	13,00	Dossier de obra: Estr. Espaciales 1	Sem: Análisis límite de fábricas	Sem: Diagn. y cons. estr. históricas
	15,30	Teoría y práctica del análisis límite de estructuras de fábrica (S. Huerta)	Historia de la construcción y de las estructuras (S. Huerta)	Teoría y práct. diagnosis y consol. estructuras históricas (A. Mas Guindal)
<b>24</b> 23-25 Junio	13,00	Dossier de obra: Estruct. Históricas 2	Sem: Historia constr. y estructuras	Sem: Diagn. y cons. estr. Históricas
	15,30	Teoría y práctica del análisis límite de estructuras de fábrica (S. Huerta)	Historia de la construcción y de las estructuras (S. Huerta)	Teoría y práct. diagnosis y consol. estructuras históricas (A. Mas Guindal)
<b>25</b> 30-1 Junio- Julio	13,00	Dossier de obra: Estr. Espaciales 2	Sem: Interv. ciment. construidas	Sem: Interv. ciment. Construidas
	15,30	Intervención en cimentaciones construidas (P. R.-Monteverde, J. M. Rodríguez Ortiz, A. M. G. Gamallo)	Intervención en cimentaciones construidas (P. R.-Monteverde, J. M. Rodríguez Ortiz, A. M. G. Gamallo)	Intervención en cimentaciones construidas (P. R.-Monteverde, J. M. Rodríguez Ortiz, A. M. G. Gamallo)

**M7- Estructuras espaciales**

<b>22</b> 9-11 Junio	13,00	Conferencia 8	Sem: Estruct. espaciales: cáscaras	Sem: Estructuras tensadas
	15,30	Estructuras espaciales: cáscaras (V. Quintas, J. F. de la Torre)	Estructuras tensadas y espaciales de barras (I. Janicke)	Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (L. Puertas)
<b>23</b> 16-18 Junio	13,00	Dossier de obra: Estr. Espaciales 1	Sem: Estruct. tensadas	Sem: Análisis avanzado
	15,30	Estructuras espaciales: cáscaras (V. Quintas, J. F. de la Torre)	Estructuras tensadas y espaciales de barras (I. Janicke)	Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (L. Puertas)
<b>24</b> 23-26 Junio	13,00	Dossier de obra: Restauración 2	Sem: Aplic. herram. matemáticas	Sem: Aplic. herram. matemáticas
	15,30	Aplicación herram. matemáticas (J. Antuña, J. L. Fdez-Cabo)	Aplicación herram. matemáticas (J. Antuña, J. L. Fdez-Cabo)	Aplicación herram. matemáticas (J. Antuña, J. L. Fdez-Cabo)
<b>25</b> 30-1 Junio- Julio	13,00	Dossier de obra: Estr. Espaciales 2	Sem: Estruct. Espaciales: cáscaras	Sem: Análisis avanzado
	15,30	Estructuras espaciales: cáscaras (V. Quintas, J. F. de la Torre)	Estructuras tensadas y espaciales de barras (I. Janicke)	Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (L. Puertas)

## 5. Realización del Máster: uno ó dos años

### *Un año (dedicación exclusiva)*

Se cursará el Máster completo, incluyendo el Proyecto Fin de Máster (se elige entre el módulo M6 y M7)

### *Dos años (dedicación parcial): Primer año*

Se cursarán los módulos troncales M1, M2 y M3 (26 cr.)

### *Dos años (dedicación parcial): Segundo año*

Se cursarán los módulos troncales M4 y M5 y un módulo optativo (M6 ó M7).

## APÉNDICE: Definiciones y “números gordos”

### Definiciones (directrices de Bolonia):

*1 año de trabajo total del alumno* = 60 créditos europeos (ECTS, European Credit Transfer System)

(La aplicación de las directrices de Bolonia viene especificada, para España, en el Real Decreto 1125/2003 de 5 de septiembre. BOE 19/09/2003)

*1 crédito ECTS* = 25 horas de trabajo total del alumno.

- Por tanto el presente Máster supone 1.500 horas de trabajo total del alumno (incluyendo clases lectivas, seminarios, trabajo individual, etc.). El citado decreto establece una duración mínima de un Máster de 60 cr. En 36 semanas. Esto supone una dedicación media semanal del alumno de  $1.500/36 = 42$  horas/semana, englobando todas las semanas. En nuestro caso en el período lectivo hay 15 horas/semana de clase; por tanto, en cada semana se espera que el alumno dedique unas 30 horas de trabajo personal, además de las clases.

El trabajo del alumno se puede dividir:

*tiempo de contacto con el profesor.* Incluye:

- clases lectivas
- tutelas, talleres, seminarios y laboratorios, conferencias, visitas de obra, etc.

*tiempo de trabajo individual.* Incluye:

- estudio y reflexión, trabajo de biblioteca, elaboración de trabajos, manejo de programas, etc.

### Equivalencia de 1cr. en hora lectiva

Es útil conocer la equivalencia entre el crédito y la hora lectiva en base a los supuestos anteriores.

Número total de horas lectivas = 25 (semanas)  $\times$  15 (horas/semana) = 375 horas

Número de créditos con clases lectivas = 50 cr. (60 cr. – 10 cr. del Proy. Fin de Máster)

Número de horas/crédito =  $375/50 = 7,5$  horas

### Trabajo del alumno por semana

El trabajo total del alumno son 60 cr.  $\times$  25 horas/cr. = 1.500 horas. Dado que el Decreto antes citado establece una duración de 36 semanas, el trabajo medio por en horas por semana será de  $1500/36 = 42$  horas.

Esto supone que a cada hora lectiva corresponden unas dos horas más de trabajo del alumno, de media.

### Concentración de horas lectivas por asignatura

Las clases se darán de manera concentrada, en bloques de 5 horas (= 1 tarde) según los módulos establecidos en la organización general.

### Taller, laboratorios, etc.

Cada módulo tendrá asociado un trabajo de seminario/taller, en el que podrá usar los programas, laboratorios y, en general, todo el material perteneciente a la infraestructura de la ETSAM y del Departamento de Estructuras de Edificación. Se realizarán, asimismo, visitas de obra.

**Proyecto de Estructura Fin de Máster**

El PEFM tiene asignado 10 cr. = 250 horas de trabajo del alumno. De ellas 75 horas estarán dedicadas a tutelas (a cada alumno se le asignará un Tutor).