

**Máster Universitario en  
Estructuras de la Edificación**



**Universidad Politécnica de Madrid  
Programa Máster en Arquitectura**

**Máster Universitario en  
Estructuras de la Edificación**

Guía del Curso 2014-2015

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid



**Coordinador:**

Santiago Huerta Fernández

**Secretario:**

Jorge Conde Conde

**Profesores:**

Antuña Bernardo, Joaquín

Avila Jalvo, José Miguel

Bernabeu Larena, Alejandro

Castañón Cristobal, Fernando

Cervera Bravo, Jaime

Conde Conde, Jorge

Fuentes González, Paula

García Gamallo, Ana M<sup>a</sup>

Huerta Fernández, Santiago

Majano Majano, Almudena

Mas-Guindal Lafarga, Antonio

Ortiz Herrera, Jesús M<sup>a</sup>

Puertas del Río, Lina

Rey Rey, Juan

Río Vega, M<sup>a</sup> Concepción del

Rodríguez de Rivas, Juan

Rodríguez Santiago, Jesús

Rodríguez Zugasti, César

Rguez-Monteverde Cantarell, Pilar

Salva Prieto, Juan Carlos

Torre Calvo, Juan Francisco de la

Vega Catalán, Luis

**Profesores invitados:**

Agulló de Rueda, José

Aroca Hernández-Ros, Ricardo

Benavent, Amadeo

Casas, Luis

Miguel Rodríguez, José Luis de

San Salvador Ageo, Luis



## Índice

1. Preámbulo 9
2. Organización docente 13
3. Organización de clases lectivas: Módulos y asignaturas 18
4. Calendario por semanas y asignaturas 23
5. Realización del Máster: uno o dos años 41

Cualquier estructura o máquina, cuyo proyecto implica la guía de la Ciencia, debe considerarse, no sólo como un instrumento para promover la comodidad o el provecho, sino como monumento y testimonio de que quienes lo proyectaron estudiaron las Leyes de la Naturaleza, y esto impregna el objeto proyectado de valor e interés, por pequeño que sea su tamaño, por modesto que sea su material.

**W. J. M. Rankine.** *Disertación sobre la armonía entre teoría y práctica*

Meditar sobre los esquemas estructurales, sobre las características de los materiales, tener en cuenta la experiencia propia y ajena, es un acto de amor hacia el acto de construir en sí y por sí, ya sea por parte del director de la obra, ya sea por parte de sus constructores.

**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 proyecto.

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 universitario como el presente, con 75 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 (RD 99/2011). 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 seis Módulos troncales: M0) Módulo Fundamental (10 cr.); 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 (15 cr.)

Las clases se dividen en dos: 1) Clases de teoría; 2) Clases prácticas divididas en dos grupos.

Los alumnos dispondrán de un aula propia (pabellón nuevo, aula 1N1) durante todo el día en la que podrán trabajar.

El enfoque del Máster es “profesional” en el sentido de que va dirigido a suministrar las destrezas y competencias necesarias para proyectar, calcular, elaborar un proyecto y, finalmente, dirigir la ejecución de la estructura de un edificio. Pero ninguna de las tareas mencionadas es trivial o rutinaria: “proyectar” (también una estructura) es, en esencia, un acto de creación. Que las limitaciones sean más grandes que en otros campos del arte o de la ciencia, en el sentido de que hay que llegar a un resultado estable (la estructura no debe caerse en un plazo razonable),

no debe hacer suponer que no se trata de una tarea exigente. Nos encontramos aquí, con el viejo prejuicio de la inferioridad de la técnica respecto a las disciplinas puramente intelectuales.

Quede claro que si *investigar* es “indagar, hacer diligencias para descubrir una cosa”, el trabajo del proyecto estructural tiene, per se, una alta dosis de investigación. La gimnasia mental, el arte de decidir, de valorar entre distintas opciones, de corregir un rumbo ya tomado, en su caso, creemos que son una excelente muestra de trabajo de investigación. Esta habilidad aprendida, se podrá luego aplicar a otros temas en el trabajo profesional o, en su caso en un Doctorado posterior (no hay necesidad de clases “teóricas” sobre unas supuestas “técnicas de investigación”, que contradicen el sentido mismo de la actividad.

*Ars sine scientia, nihil est*, la práctica no es nada sin la teoría, pero la teoría sin práctica, salvo en el campo de la matemática pura, se convierte en un estéril e inútil juego intelectual,



## 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, sino en función del trabajo total del alumno. Las directrices tienen como objetivo homogeneizar la estructura de los estudios en la Unión Europea para facilitar la movilidad de estudiantes y titulados dentro del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior).

El trabajo del alumno se puede dividir en:

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

- *clases lectivas*
- *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 octubre-mayo
- PFM, fase terminación, mayo, junio y principios de julio
- PFM, defensa oral pública, (cuatro convocatorias: marzo, julio, septiembre/octubre y diciembre)

**Clases lectivas:**

Las clases lectivas se estructuran de la siguiente manera:

- 1) Duración lectiva del Máster: 29 semanas de septiembre a mayo.
- 2) Horas de clase por semana: 18 horas de clase.
- 3) Días de clase y horario: Lunes, Martes y Miércoles, 15,30 -21,30 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 16,45 Primera parte. Teoría
- 16,45 á 17,00 *Pausa*
- 17,00 á 18,00 Segunda parte. Teoría
- 18,00 á 18,30 *Descanso*
- 18,30 á 21,30 Tercera parte. Práctica

Las clases lectivas impartidas por los profesores del Máster se ordenan en *asignaturas* que, a su vez, se agrupan en *módulos*. El módulo es, en realidad, la unidad básica del Máster: las enseñanzas se coordinan dentro de cada módulo y se emite una calificación única, que el Tribunal de cada módulo debe confirmar. 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:**

Las normas sobre las prácticas, son las siguientes:

- se entrega como máximo una práctica a la semana
- la entrega se realizará necesariamente a través del Moodle. Las entregas se harán los viernes y el Moodle estará abierto hasta las 14 horas.
- NO se admiten prácticas atrasadas. Si hay alguna dificultad extraordinaria se notificará al profesor. Si no ha dado tiempo a terminar, se entrega lo que se ha hecho. El objetivo es conseguir un ritmo de trabajo razonable y constante, sin altibajos, que deje espacio al estudio, la lectura y el ocio.
- las prácticas se devolverán corregidas en un plazo máximo de 10 días.

### **Conferencias:**

Las conferencias se imparten los miércoles en el Salón de Actos de la ETSAM según el Calendario que se presente más adelante, a las 13h. 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. Serán impartidas por arquitectos e ingenieros de prestigio en el campo del proyecto de estructuras.

### **Tutelas:**

Las tutelas son el espacio en que el alumno puede preguntar de forma personal al profesor sus dudas. 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 1N1 del Máster estará abierta todos los días de 10 a 14:30, y los jueves y viernes se abrirá por la tarde de 15:30 a 20:00. 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, así como Wifi.

## **Workshop:**

La primera semana de julio se realizará una exposición preliminar de los trabajos del Proyecto Fin de Máster. Se realizarán también visitas, conferencias, y mesas redondas sobre el proyecto de estructuras.

## **Módulo Fundamental**

Se ofrecen cuatro semanas de clases orientadas a que los alumnos del Máster empiecen las clases teóricas con un buen conocimiento de los conceptos básicos de la moderna teoría de estructuras. Se introducirán también el empleo de programas. Las clases se complementarán con conferencias sobre estructuras de edificación.



## **Proyecto de estructuras Fin de Master, PFM (15cr.)**

Director: Antonio Mas-Guindal Lafarga

Tutores: J. Antuña Bernardo, A. Bernabeu Larena, J. Conde Conde, A. Mas-Guindal Lafarga, V. Quintas Ripoll, J. Rey Rey

El tema del Proyecto Fin de Máster se propondrá individualmente a los alumnos durante el Módulo Fundamental. Se realizarán nueve grupos de Proyecto Fin de Máster, cada uno de ellos dirigido por uno de los tutores. Los grupos se reunirán una vez cada tres semanas, los lunes o martes de 12:30 a 14:30 (consultar calendario). En julio de 2015 se realizará la defensa oral pública del Proyecto de Estructura Fin de Máster, en primera convocatoria. La segunda convocatoria será en octubre. Si no se aprueba en estas convocatorias, el alumno se puede matricular el curso siguiente para las convocatorias de Diciembre, Marzo, Julio y Septiembre, pagando las correspondientes tasas de matrícula. En la matrícula 2014-2015 entran dos convocatorias: Julio y Septiembre/Octubre. Aquellos que se matriculen para el curso siguiente tendrán tres convocatorias: Diciembre, Marzo y Julio. El motivo es que la matrícula va por cursos académicos (y no por años).

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

#### **MÓDULOS TRONCALES:**

##### **M0 Fundamental [10 cr.]**

##### **M1 General y cimentaciones [10 cr.]**

- 1\_1 Modelos estructurales: bases de la normativa (2)
- 1\_2 La estructura en el proyecto arquitectónico: parámetros relevantes (2)
- 1\_3 Control de estructuras: Incendio (2)
- 1\_4 Reconoc. del terreno y estudios geotécnicos. Excavaciones urbanas (1)
- 1\_5 Proyecto de estructuras de cimentación (3)

##### **M2 Hormigón [10 cr.]**

- 2\_1 Estructuras de hormigón armado y pretensado (4)
- 2\_2 Estructuras de edificación de hormigón con armaduras postesas (2)
- 2\_3 Refuerzo de estructuras de hormigón (2)
- 2\_4 Patologías de hormigón estructural (2)

##### **M3 Teoría y aplicación de programas [6 cr.]**

- 3\_1 Fundamentos del análisis y su aplicación al cálculo por ordenador (2)
- 3\_2 Bases del método de elementos finitos: Programas (2)
- 3\_3 Aplicación de la normativa sismorresistente (2)

##### **M4 Acero [10 cr.]**

- 4\_1 Estructuras de acero y mixtas de acero-hormigón (5)
- 4\_2 Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor (2)
- 4\_3 Análisis en rotura: placas y pórticos. Proyecto de uniones (3)

##### **M5 Estructuras de madera y fábrica [6 cr.]**

- 5\_1 Estructuras de madera (3)
- 5\_2 Estructuras de fábrica de ladrillo y bloque (3)

#### **MÓDULOS OPTATIVOS:**

##### **M6 Análisis y consolidación de estructuras históricas [8 cr.]**

- 6\_1 Análisis límite de estructuras de fábrica y madera (2)
- 6\_2 Diagnósis y consolidación de estructuras históricas (2)
- 6\_3 Intervención en cimentaciones construidas (2)
- 6\_4 Historia de la construcción y de las estructuras (2)

### M7 Estructuras espaciales [8 cr.]

7\_1 Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (2)

7\_2 Estructuras espaciales: cáscaras (2)

7\_3 Estructuras tensadas y espaciales de barras (2)

7\_4 Aplicaciones de herramientas matemáticas (2)

### Organización de las clases lectivas (octubre 2014 a mayo 2015)

Sem	L	M	X
1			
2		<b>M0</b>	
3		Módulo Fundamental	
4		[10 cr]	
5	Festivo		
6			
7		<b>M1</b>	
8		General. Proyecto. Normativa	
9	Festivo	Cimentaciones	
10		[10 cr]	
11			
12			
13			Festivo
14			
15	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
16	Hormigón	Fundamentos	Acero
17	[10 cr]	Aplicaciones	[10 cr]
18		y Programas	
19		[6 cr]	
20			
21		<b>M5</b>	
22		Madera y fábrica	
23		[6 cr]	
24			
25			
26			
27		<b>M6 ó M7</b>	
28		Especialización	
29		[8 cr]	

## **Asignación docente del profesorado**

### **MÓDULOS TRONCALES**

#### **M0 Fundamental**

- 0\_1 Teoría fundamental de estructuras (3 cr)  
Teoría: Huerta, S.  
Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.
- 0\_2 Proyecto estructural: diseño, programas, planos de ejecución ( cr)  
Teoría: Rey, J.  
Práctica: Rey, J.
- 0\_3 Introducción a las herramientas de cálculo  
Teoría: Rey, J.; Fuentes, P.; Agulló, J.  
Práctica: Rey, J.; Fuentes, P.; Agulló, J.
- 0\_4 La práctica del proyecto de estructuras  
Teoría: Huerta, S.; Rodríguez. J.  
Práctica: Huerta, S.; Rodríguez. J.

#### **M1 General y cimentaciones (10 cr)**

- 1\_1 Modelos estructurales: bases de la normativa (2 cr)  
Teoría: Miguel, J. L.; Bernabeu, A.; Rey, J.  
Práctica: Salvá Prieto, J.C.; Río Vega, M. C.;
- 1\_2 La estructura en el proyecto arquitectónico (2 cr)  
Teoría: Huerta, Santiago  
Práctica: Huerta, S.; Conde, J.
- 1\_3 Control de estructuras: Incendio (2 cr)  
Teoría: Ortiz, J.  
Práctica: Vega, L.; Bernabeu, A.
- 1\_4 Reconoc. terreno y est.geotécnicos. Exc.urbanas (2 cr)  
Teoría: Rodríguez Zugasti, César  
Práctica: Rodríguez Zugasti, C.; Rodríguez Monteverde, P.
- 1\_5 Proyecto de estructuras de cimentación (2 cr)  
Teoría: Rodríguez Zugasti, César  
Práctica: G<sup>a</sup> Gamallo, A. M<sup>a</sup>

#### **M2 Hormigón (10 cr.)**

- 2\_1 Estructuras de hormigón armado y pretensado (4 cr)  
Teoría: Rodríguez Santiago, Jesús  
Práctica: Antuña, J.; Castañón, F.
- 2\_2 Estructuras de hormigón con armaduras postesas (2 cr)  
Teoría: Bernabeu Larena, Alejandro  
Práctica: Bernabeu, A.; Castañón Cristóbal, F. (2 cr)
- 2\_3 Patologías de hormigón estructural (2 cr)  
Teoría: Ávila, J. M.  
Práctica: Ávila, J. M.; Castañón, F.
- 2\_4 Refuerzo de estructuras de hormigón (2 cr)  
Teoría: Ávila Jalvo, José Miguel  
Práctica: Ávila, J. M.; Antuña, J.

### **M3 Teoría y aplicación de programas (6 cr.)**

#### **3\_1 Fundamentos del análisis; cálculo por ordenador (2 cr)**

Teoría: Huerta, S.

Práctica: Huerta, S.; Rodríguez, J.

#### **3\_2 Bases del método de elementos finitos (2 cr)**

Teoría: Conde, J.

Práctica: Conde, J.; Rodríguez, J.

#### **3\_3 Aplicación de la normativa sismorresistente (2 cr)**

Teoría: Bernabeu, A.; de la Torre, J. F.

Práctica: Conde, J.; de la Torre, J. F.

### **M4 Acero (10)**

#### **4\_1 Estructuras de acero y mixtas de acero hormigón (5 cr)**

Teoría: Conde, J.

Práctica: Conde, J.; Bernabeu, A.

#### **4\_2 Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor (2 cr)**

Teoría: San Salvador, L.

Práctica: Castañón, F.; Antuña, J.

#### **4\_3 Análisis en rotura: placas, pórticos. Proyecto uniones (3 cr)**

Teoría: Ortiz Herrera, J.

Práctica: Conde, J.; Bernabeu, A.

### **M5 Estructuras de madera y fábrica (6)**

#### **5\_1 Estructuras de madera**

Teoría: A. Majano (3 cr)

Práctica: A. Majano

#### **5\_2 Estructuras de fábrica de ladrillo y bloque (3 cr)**

Teoría: del Río, C.

Práctica: del Río, C.; Vega, L.

## **MÓDULOS DE ESPECIALIZACIÓN**

### **M6 Estructuras históricas (8)**

#### **6\_1 Análisis límite de estructuras de fábrica y madera (2 cr)**

Teoría: Huerta, S.

Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.

#### **6\_2 Historia de la construcción y de las estructuras (2 cr)**

Teoría: Huerta, Santiago

Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.

#### **6\_3 Diagnóstico y consolidación de estructuras históricas (2 cr)**

Teoría y Práctica: Mas Guindal, A.

#### **6\_4 Intervención en cimentaciones construidas (2 cr)**

Teoría: Rguez-Monteverde, P., García Gamallo, A.

Práctica: Rodríguez-Monteverde, P.

### **M7 Estructuras espaciales (8)**

#### **7\_1 Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (2 cr)**

Teoría: Quintas Ripoll, V.

Práctica: Rivas, J.; Castañón, F.; Puertas, L.

- 7\_2** Estructuras espaciales: cáscaras (2 cr)  
Teoría: Quintas Ripoll, V.  
Práctica: Rivas, J.; Castañón, F.; Puertas, L.
- 7\_3** Estructuras tensadas y espaciales de barras (2 cr)  
Teoría y Práctica: Rodríguez de Rivas, J.
- 7\_4** Aplicaciones de herramientas matemáticas (2 cr)  
Teoría y Práctica: Conde, J.; Antuña Bernardo, J.

## **4. Calendario por semanas y asignaturas**

## Módulo 0. Fundamental

SEMANA	Lunes	
	Teoría (15,30-17,30)	Práctica (18,00-20,00)
1 13-15 OCTUBRE	INAUGURACIÓN (12:00) SALA DE GRADOS B	Teoría fundamental de estructuras 1  S. HUERTA/ P. FUENTES
	Teoría fundamental de estructuras 1  S. HUERTA	
2 20-22 OCTUBRE	Teoría fundamental de estructuras 2  S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 2  S. HUERTA/ P. FUENTES
3 27-29 OCTUBRE	Teoría fundamental de estructuras 3  S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 3  S. HUERTA/ P. FUENTES
4 3-5 NOVIEMBRE	Teoría fundamental de estructuras 4  S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 4  S. HUERTA/ P. FUENTES
5 11-12 NOVIEMBRE	FESTIVO	



<b>Martes</b>		<b>Miércoles</b>	
<b>Teoría (15,30-17,30)</b>	<b>Práctica (18,00-20,00)</b>	<b>Teoría (15,30-17,30)</b>	<b>Práctica (18,00-20,00)</b>
La estructura en el proyecto arquitectónico (1) Presentación PFM  J. REY	Cypecad (1)  J. REY/ P.FUENTES	La estructura en el proyecto arquitectónico. (2). Reglas generales de proyecto (I)  J. REY	Cypecad (2)  J. REY/ P. FUENTES
La estructura en el proyecto arquitectónico (3) Reglas generales del proyecto (II)  J. REY	Cypecad (3)  J. REY/ P. FUENTES	La estructura en el proyecto arquitectónico. (2). Casos de estudio (I)  J. REY	SAP (1)  J. REY/ P. FUENTES
La estructura en el proyecto arquitectónico (5) Asignación PFM  J. REY	SAP (2)  J. REY/ P. FUENTES	La estructura en el proyecto arquitectónico. (6). Casos de estudio (II)  J. REY	SAP (3)  J. REY/ P. FUENTES
BIM (1)  J. AGULLÓ	BIM (1)  J. AGULLÓ	La práctica del proyecto de estructuras (1)  S. HUERTA J. RODRIGUEZ DE RIVAS	La práctica del proyecto de estructuras (1)  S. HUERTA J. RODRIGUEZ DE RIVAS
BIM (2)  J. AGULLÓ	BIM (2)  J. AGULLÓ	La práctica del proyecto de estructuras (2)  S. HUERTA J. RODRIGUEZ DE RIVAS	La práctica del proyecto de estructuras (2)  S. HUERTA J. RODRIGUEZ DE RIVAS

## Módulo 1. General. Cimentaciones

SEMANA	Lunes		
	SEMINARIOS PFM (12,30-14,30)	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
6 17-19 NOVIEMBRE	PFM  J. ANTUÑA J. REY	T1_1. Modelos estructurales  J. L. DE MIGUEL A. BERNABEU J. REY	P1_1. Modelos estructurales  A. BERNABEU (A) J. REY (B)
7 24-26 NOVIEMBRE	PFM  A. BERNABEU J. CONDE	T1_1. Modelos estructurales  J. L. DE MIGUEL A. BERNABEU J. REY	P1_1. Modelos estructurales  A. BERNABEU (A) J. REY (B)
8 1-3 DICIEMBRE		T1_1. Modelos estructurales  J.L. DE MIGUEL A. BERNABEU J. REY	P1_1. Modelos estructurales  A. BERNABEU (A) J. REY (B)
9 9-10 DICIEMBRE	FESTIVO		
10 15-17 DICIEMBRE	PFM  J. ANTUÑA J. REY	T1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) A. M. GAMALLO (B)

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
T1_2. La estructura en el proyecto  S. HUERTA	P1_2. La estructura en el proyecto  S. HUERTA (A) J. CONDE(B)	CONFERENCIA 1	T1_3. Control de estructuras: Incendio  J. ORTIZ	P1_3. Control de estructuras: Incendio  L. VEGA (A) A. BERNABEU (B)
T1_2. La estructura en el proyecto  S. HUERTA	P1_2. La estructura en el proyecto  S. HUERTA (A) J. CONDE(B)	SEMINARIO	T1_3. Control de estructuras: Incendio  J. ORTIZ	P1_3. Control de estructuras: Incendio  L. VEGA (A) A. BERNABEU (B)
T1_2. La estructura en el proyecto  S. HUERTA	P1_2. La estructura en el proyecto  S. HUERTA (A) J. CONDE(B)	SEMINARIO	T1_3. Control de estructuras: Incendio  J. ORTIZ	P1_3. Control de estructuras: Incendio  L. VEGA (A) A. BERNABEU (B)
T1_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE (B)	SEMINARIO	T1_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE (B)
T1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) A. M. GAMALLO (B)	CONFERENCIA 2	T1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) A. M. GAMALLO (B)

**Módulos 2. Hormigón. 3. Fundamentos y programas. 4. Acero. 5. Madera y fábrica**

SEMANA	Lunes		
	SEMINARIOS PFM (12,30-14,30)	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
11 12-14 ENERO	PFM A.BERNABEU J. CONDE	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado  J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
12 19-21 ENERO		T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado  J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
13 26-27 ENERO	PFM J. ANTUÑA J. REY	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado  J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
14 2-4 FEBRERO	PFM A.BERNABEU J. CONDE	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado  J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
15 9-11 FEBRERO		T2_1.Hormigón armado y pretensado.  J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado  J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
T3_1.Fundamentos análisis estructural  S. HUERTA	P3_1. Fundamentos análisis estructural  S.HUERTA (A) J. RODRIGUEZ DE RIVAS (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_1.Fundamentos análisis estructural  S. HUERTA	P3_1. Fundamentos análisis estructural  S.HUERTA (A) RODRIGUEZ DE RIVAS (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_1.Fundamentos análisis estructural  S. HUERTA	P3_1. Fundamentos análisis estructural  S.HUERTA (A) RODRIGUEZ DE RIVAS (B)	FESTIVO		
T3_2. Bases MEF. Programas  J.CONDE	P3_2. Bases MEF. Programas  J. CONDE (A) RODRIGUEZ DE RIVAS (B)	CONFERENCIA 3	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_3. Normativa sismorresistente  A. BERNABEU	P3_2. Bases MEF. Programas  J. CONDE (A) RODRIGUEZ DE RIVAS (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)

**Módulos 2. Hormigón. 3. Fundamentos y programas. 4. Acero. 5. Madera y fábrica**

SEMANA	Lunes		
	<b>SEMINARIOS PFM (12,30-14,30)</b>	<b>Teoría (15,30-18,00)</b>	<b>Práctica (18,30-21,30)</b>
16 16-18 FEBRERO	PFM J. ANTUÑA J. REY	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
17 23-25 FEBRERO	PFM A.BERNABEU J. CONDE	T2_1.Hormigón armado y pretensado. J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
18 2-4 MARZO		T2_1.Hormigón armado y pretensado. J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
19 9-11 MARZO	PFM J. ANTUÑA J. REY	T2_2.Hormigón, armaduras postesas. A. BERNABÉU	P2_2. Hormigón, armaduras postesas A. BERNABÉU (A) F. CASTAÑÓN (B)
20 16-18 MARZO	PFM A.BERNABEU J. CONDE	T2_2.Hormigón, armaduras postesas. A. BERNABÉU	P2_2. Hormigón, armaduras postesas A. BERNABÉU (A) F. CASTAÑÓN (B)

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)
T3_3. Normativa sismorresistente  A. BERNABEU	P3_2. Bases MEF. Programas  J. CONDE (A) RODRIGUEZ DE RIVAS (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_3. Normativa sismorresistente  J. L. DE MIGUEL J. F. DE LA TORRE	P3_3. Normativa sismorresistente  J. F. DE LA TORRE (A) J. CONDE (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_3. Normativa sismorresistente  J. F. DE LA TORRE	P3_3. Normativa sismorresistente  J. F. DE LA TORRE (A) J. CONDE (B)	CONFERENCIA 4	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_3. Normativa sismorresistente  J. F. DE LA TORRE	P3_3. Normativa sismorresistente  J. F. DE LA TORRE (A) J. CONDE (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T2_2.Hormigón, armaduras postesas.  A. BERNABÉU	P2_2. Hormigón, armaduras postesas  A. BERNABÉU (A) F. CASTAÑÓN (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)

SEMANA	Lunes		
	SEMINARIOS PFM (12,30-14,30)	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)
21 23-25 MARZO		T2_3. Patología hormigón estructural  J. M. AVILA	P2_3. Patología hormigón estructural  J. M. AVILA (A) F. CASTAÑÓN (B)
22 6-8 ABRIL	PFM  J. ANTUÑA J. REY	T2_3. Patología hormigón estructural  J. M. AVILA	P2_3. Patología hormigón estructural  J. M. AVILA (A) F. CASTAÑÓN (B)
23 13-15 ABRIL	PFM  A.BERNABEU J. CONDE	T2_4. Refuerzo estructuras hormigón  J.M. ÁVILA	P2_4. Refuerzo estructuras hormigón  J. ANTUÑA (A) J. M. ÁVILA (B)
24 20-22 ABRIL		T2_4. Refuerzo estructuras hormigón  J.M. ÁVILA	P2_4. Refuerzo estructuras hormigón  J. ANTUÑA (A) J. M. ÁVILA (B)
25 27-29 ABRIL	PFM  J. ANTUÑA J. REY	T5_1. Estructuras de Madera  A. MAJANO	T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque.  M. CONCEPCIÓN DEL RÍO



Martes		Miércoles		
Teoría y Práctica (15,30-18,00)	Teoría y Práctica (18,30-21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)
T5_1. Estructuras de Madera  A. MAJANO	T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque.  M. CONCEPCIÓN DEL RÍO/ L. VEGA	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas  J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_1. Estructuras de Madera  A. MAJANO	T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque.  M. CONCEPCIÓN DEL RÍO/ L. VEGA	CONFERENCIA 5	T4_3. Uniones  J. ORTIZ	P4_3. Uniones  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_1. Estructuras de Madera  A. MAJANO	T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque.  M. CONCEPCIÓN DEL RÍO/ L. VEGA	SEMINARIO	T4_3. Uniones  J. ORTIZ	P4_3. Uniones  J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_1. Estructuras de Madera  A. MAJANO	T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque.  M. CONCEPCIÓN DEL RÍO/ L.A VEGA	SEMINARIO	T4_2. Perfiles de pequeño espesor  L. S. SALVADOR  J. ANTUÑA	P4_2. Perfiles acero pequeño espesor  J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
T5_1. Estructuras de Madera  A. MAJANO	T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque.  M. CONCEPCIÓN DEL RÍO/ L. VEGA		T4_2. Perfiles de pequeño espesor  J. ANTUÑA	P4_2. Perfiles acero pequeño espesor  J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)

## Módulo 6. Estructuras históricas Aula 1N1

SEMANA	Lunes		
	<b>SEMINARIOS PFM (12,30-14,30)</b>	<b>Teoría (15,30-18,00)</b>	<b>Práctica (18,30-21,30)</b>
26 4-6 MAYO	PFM  A.BERNABEU J. CONDE	T6_1. Análisis límite de estructuras  S. HUERTA	P6_1. Análisis límite de estructuras  S. HUERTA P. FUENTES
27 11-13 MAYO		T6_1. Análisis límite de estructuras  S. HUERTA	P6_1. Análisis límite de estructuras  S. HUERTA P. FUENTES
28 18-20 MAYO	PFM  J. ANTUÑA J. REY	T6_1. Análisis límite de estructuras  S. HUERTA	P6_1. Análisis límite de estructuras  S. HUERTA P. FUENTES
29 25-27 MAYO	PFM  A.BERNABEU J. CONDE	T6_4. Intervención cimentaciones construidas  A. M. GARCÍA GAMALLO P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	P6_4. Intervención cimentaciones construidas  A. M. GARCÍA GAMALLO P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
T6_2. Historia construcción y estructuras  S. HUERTA	P6_2. Historia construcción y estructuras  S. HUERTA P.FUENTES	CONFERENCIA 6	T6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas  A. MAS-GUINDAL	P6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas  A. MAS-GUINDAL
T6_2. Historia construcción y estructuras  S. HUERTA	P6_2. Historia construcción y estructuras  S. HUERTA P.FUENTES		T6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas  A. MAS-GUINDAL	P6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas  A. MAS-GUINDAL
T6_2. Historia construcción y estructuras  S. HUERTA	P6_2. Historia construcción y estructuras  S. HUERTA P.FUENTES	SEMINARIO	T6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas  A. MAS-GUINDAL	P6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas  A. MAS-GUINDAL
T6_4. Intervención cimentaciones construidas  A. M. GARCÍA GAMALLO P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	P6_4. Intervención cimentaciones construidas  A. M. GARCÍA GAMALLO P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	SEMINARIO	T6_4. Intervención cimentaciones construidas  A. M. GARCÍA GAMALLO P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	P6_4. Intervención cimentaciones construidas  A. M. GARCÍA GAMALLO P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE

## Módulo 7. Estructuras espaciales Aula seminario Dpto. de Estructuras

SEMANA	Lunes		
	SEMINARIOS PFM (12,30-14,30)	(15,30-18,15)	(18,45-21,30)
26 4-6 MAYO	PFM A.BERNABEU J. CONDE	T7_1. Análisis avanzado de estructuras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras.  J. RIVAS
27 11-13 MAYO		T7_1. Análisis avanzado de estructuras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras.  J. RIVAS
28 18-20 MAYO	PFM J. ANTUÑA J. REY	T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. CONDE
29 25-27 MAYO	PFM A.BERNABEU J. CONDE	T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. CONDE

Martes		Miércoles		
(15,30–18,15)	(18,45–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	(15,30–18,15)	(18,45–21,30)
T7_1. Análisis avanzado de estructuras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras.  J. RIVAS	SEMINARIO	T7_1. Análisis avanzado de estructuras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras.  J. RIVAS
T7_1. Análisis avanzado de estructuras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras.  J. RIVAS		T7_1. Análisis avanzado de estructuras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras.  J. RIVAS
T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. CONDE	SEMINARIO	T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. CONDE
T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. CONDE	SEMINARIO	T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  Teoría: V. QUINTAS  Práctica: F. CASTAÑÓN/ L.PUERTAS/ J. RIVAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. CONDE

## Tabla resumen de prácticas

PRÁCTICAS	ENUNCIADO	ENTREGA en MOODLE	NOTAS
P0_1	EJERCICIOS EN CLASE		
P0_2 Cype	15 octubre	31 octubre	11 noviembre
P0_2 Sap	22 octubre	7 noviembre	17 noviembre
P0_3 BIM	EJERCICIOS EN CLASE		
P0_4	EJERCICIOS EN CLASE		
P0_PFM1	28 octubre	28 noviembre	22 diciembre
P0_PFM2	28 octubre	23 enero	9 febrero
P1_1	EJERCICIOS EN CLASE		
P1_2	EJERCICIOS EN CLASE		
P1_3	19 noviembre	5 diciembre	15 diciembre
P1_4 y 5	9 diciembre	19 diciembre	12 enero
P2 (I)	12 enero	30 enero	9 febrero
P2 (II)	2 febrero	27 febrero	9 marzo
P2 (III) Postesado	9 marzo	20 marzo	30 marzo
P2 (IV)	16 marzo	17 abril	27 abril
P2 (V) Patología	EJERCICIOS EN CLASE		
P2(VI) Refuerzo	EJERCICIOS EN CLASE		

P3_1	EJERCICIO EN CLASE		
P3_2	EJERCICIO EN CLASE		
P3_3	24 febrero	13 marzo	23 marzo
P4 (1)	14 enero	6 febrero	16 febrero
P4 (2)	4 febrero	27 febrero	9 marzo
P4 (3)	25 febrero	13 marzo	23 abril
P4 (4)	11 marzo	10 abril	20 abril
P4 (5)	8 abril	8 mayo	18 mayo
P5_1	24 marzo	8 mayo	28 mayo
P5_2	24 marzo	15 mayo	25 mayo
P6_1,2,3	4 mayo	29 mayo	8 junio
P6_4	25 mayo	5 junio	15 junio
P7_1,2	4 mayo	29 mayo	8 junio
P7_3	EJERCICIO EN CLASE		

Nota : sólo se admitirán prácticas entregadas en MOODLE dentro del plazo indicado. En ningún caso se aceptarán prácticas atrasadas. El alumno entregará el trabajo en el estado en que esté.





## **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 M0, M1, M2 y M3 (36 cr.)

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

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



## Notas

