



E.T.S. de Ingeniería de  
Caminos, Canales y Puertos y  
de Ingeniería de Minas  
Universidad Politécnica  
de Cartagena



# Guía docente de la asignatura Estructuras Metálicas



**Titulación: Grado en Ingeniería Civil**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Estructuras Metálicas (Steel Structures)				
<b>Materia*</b>	Tecnología de Estructuras				
<b>Módulo*</b>	Común a la rama Civil				
<b>Código</b>	516103003 (3º curso de grado) y 516108006 (curso pasarela)				
<b>Titulación</b>	Graduado/a en Ingeniería Civil				
<b>Plan de estudios</b>	2010				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	1º	<b>Curso</b>	3º
<b>Idioma</b>	Español				
<b>ECTS</b>	4,5	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	135

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos:*

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Antonio Tomás Espín		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Civil		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería de la Construcción		
<b>Ubicación del despacho</b>	Edf. de Caminos y Minas/Navales, 1ª planta, despacho A1.12		
<b>Teléfono</b>	968 32 56 53	<b>Fax</b>	968 33 88 05
<b>Correo electrónico</b>	antonio.tomas@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.upct.es/~ingcivil">http://www.upct.es/~ingcivil</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Horario semanal de tutorías: En actualización permanente. Para consultarlo pincha <a href="#">AQUÍ</a>		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En el despacho		

<b>Titulación</b>	Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1997
<b>Nº de quinquenios</b>	4
<b>Líneas de investigación</b>	Diseño avanzado de láminas y estructuras de hormigón y metálicas. Nuevas técnicas de optimización estructural. Métodos computacionales en diseño sismorresistente. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones. Investigador responsable del grupo de investigación STRENGTH - <i>Structural Engineering and Technology</i> , UPCT. Miembro del grupo de trabajo GT1/3 <i>Proyectos de estructuras de hormigón en zona sísmica</i> , de la Asociación Española de Ingeniería Estructural.
<b>Nº de sexenios</b>	2
<b>Experiencia profesional</b>	Múltiples contratos con empresas para actividades de asesoramiento y asistencia técnica en ingeniería estructural.
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente. Premio a la Labor Docente (ETSII-UPCT, curso 2007-2008). Premio al Profesor de Referencia en el Marco del EEES (UPCT, cursos 2014-2015 y 2015-2016).



### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

A partir de la base constituida por la asignatura *Teoría de estructuras*, de 2º curso del Grado, la asignatura *Estructuras metálicas* desarrolla los fundamentos básicos de aplicación al proyecto y a la construcción de estructuras de acero.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La formación recibida en el curso permite proyectar y construir estructuras metálicas de perfiles laminados. La asignatura aporta, por tanto, la formación necesaria para que el futuro titulado pueda desarrollar adecuadamente las atribuciones profesionales relacionadas con el comportamiento de las estructuras metálicas y con su capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura *Estructuras metálicas* está íntimamente relacionada con la de *Teoría de estructuras*, de 2º curso del Grado, donde se imparten conocimientos de elasticidad, resistencia de materiales y cálculo de estructuras, todos ellos necesarios para seguir la asignatura, aunque en especial los relacionados con las distribuciones de tensiones normales y tangenciales en diversas secciones transversales de una pieza.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Antes de cursar la asignatura de *Estructuras metálicas* se recomienda que el estudiante haya superado la asignatura de *Teoría de estructuras* de 2º del Grado.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

El Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios (artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT).

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales de este tipo, debe comunicárselo al profesor al principio del cuatrimestre.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.



## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado, y estructuras metálicas y capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras (C07).

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Trabajar en equipo (nivel 3)

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

- 1) Aplicar los conceptos básicos y la terminología propia de las estructuras metálicas.
- 2) Utilizar los métodos de diseño y cálculo fundamentales de este tipo de estructuras.
- 3) Manejar las distintas normas en estructuras metálicas, interpretándolas y aplicándolas a casos prácticos de diseño y cálculo.
- 4) Elegir entre los procesos constructivos más habituales, ideando su necesidad según la casuística analizada y diseñando de manera básica los casos que se le propongan como evaluación de cara a su integración en el proyecto de la estructura metálica.
- 5) Diseñar un conjunto estructural metálico (triangulado, aporticado o edificio).
- 6) Formar equipos para resolver problemas del proyecto de una estructura metálica y valorar las aportaciones individuales y la efectividad del trabajo, coordinando la presentación de resultados y creando un liderazgo colectivo.

\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)



## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Propiedades y comportamiento de los aceros estructurales. Bases de cálculo. Medios de unión. Cálculo y diseño de piezas. Cálculo y diseño de nudos y apoyos. Estructuras trianguladas y estructuras aporticadas.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UNIDAD DIDÁCTICA I: PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DEL ACERO ESTRUCTURAL.

**T1. ACEROS ESTRUCTURALES.-** Aceros estructurales. Perfiles estructurales.

**T2. COMPORTAMIENTO DE LOS ACEROS ESTRUCTURALES.-** El ensayo de tracción. Criterios de fallo o de plastificación.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II: BASES DE CÁLCULO.

**T3. BASES DE CÁLCULO.-** Acciones. Valores característicos. Valores de cálculo. Estados Límite. El método de los coeficientes de seguridad. Situaciones de proyecto. Hipótesis de combinación de acciones. Valores de acciones según el CTE DB SE-AE.

#### UNIDAD DIDÁCTICA III: DISEÑO Y CÁLCULO DE PIEZAS.

**T4. FLEXIÓN.-** Tensiones debidas a la flexión. Diseño a resistencia (en tensiones) de piezas flectadas. Tipos de sección. Métodos de cálculo. Resistencia de las secciones. Deformaciones. Vibraciones.

**T5. TORSIÓN.-** Tipos de torsión. Torsión sin alabeo y torsión uniforme. Casos comunes de piezas solicitadas a torsión uniforme. Interacción de esfuerzos.

**T6. PANDEO LATERAL.-** Momento crítico elástico de pandeo lateral. Resistencia a pandeo lateral. Elementos flectados y traccionados. Consideraciones de diseño. Arriostramientos.

**T7. TRACCIÓN.-** Hipótesis de diseño en estructuras trianguladas. Tracción centrada. Tracción excéntrica. Limitaciones a la esbeltez.

**T8. COMPRESIÓN.-** Fenómenos de inestabilidad. Pandeo teórico de Euler. Longitud de pandeo. Capacidad de una barra a pandeo por flexión en compresión centrada.

**T9. FLEXOCOMPRESIÓN.-** Efectos P-Delta o de 2º orden (coeficientes B1 y B2). Longitud de pandeo en pilares de edificios. Comprobación de piezas a flexocompresión.

#### UNIDAD DIDÁCTICA IV: NUDOS, MEDIOS DE UNIÓN, APOYOS y BASAS.

**T10. NUDOS.-** Clasificación. Uniones flexibles o articuladas. Uniones rígidas. Brochales. Nudos acartelados.

**T11. UNIONES ATORNILLADAS.-** Medios de unión. Esfuerzos en los elementos de la unión. Comprobación de la resistencia de los elementos de la unión. Disposiciones relativas a las uniones atornilladas.

**T12. UNIONES SOLDADAS.-** Procedimientos de soldadura. Material de aportación. Tipos de soldadura. Clasificación de los cordones según la posición durante su ejecución. Deformaciones y tensiones residuales. Defectos de las soldaduras. Control de calidad. Criterios de agotamiento de los cordones de soldadura. Cálculo de uniones soldadas sometidas a distintos esfuerzos.

**T13. APOYOS Y BASAS.-** Apoyos de vigas. Basas de soportes.

#### UNIDAD DIDÁCTICA V: CONJUNTOS ESTRUCTURALES.

**T14. ESTRUCTURAS TRIANGULADAS.-** Consideraciones de diseño y cálculo. Detalles constructivos.

**T15. ESTRUCTURAS APORTICADAS.-** Consideraciones de diseño y cálculo. Detalles constructivos.

**T16. EDIFICIOS.-** Consideraciones de diseño y cálculo. Detalles constructivos.



### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### **Práctica. Diseño y comprobación de un conjunto estructural con ayuda del ordenador.**

Parte I. Obtención de las acciones y establecimiento de las bases de cálculo.

Parte II. Análisis y dimensionamiento del conjunto estructural.

### Prevenición de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

#### **I. PROPERTIES AND BEHAVIOR OF STRUCTURAL STEEL.**

1. Structural steel.
2. Behaviour of structural steel.

#### **II. DESIGN CRITERIA.**

3. Design criteria.

#### **III. DESIGN OF MEMBERS.**

4. Bending.
5. Torsion.
6. Lateral buckling.
7. Tension.
8. Compression.
9. Combined bending and compression.

#### **IV. CONNECTIONS AND SUPPORTS.**

10. Connections.
11. Bolted connections.
12. Welded connections.
13. Supports and bases.

#### **V. STRUCTURAL ASSEMBLIES.**

14. Trusses.
15. Frames.
16. Buildings.

### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en cinco unidades didácticas:

#### **Unidad didáctica I.- Propiedades y comportamiento de los aceros estructurales.**

Se presentan los tipos de aceros estructurales, incidiendo en sus propiedades



resistentes como característica principal diferenciadora. Se presentan los perfiles estructurales, haciendo mayor hincapié en los laminados en caliente, y dentro de éstos, en los denominados perfiles doble t. Por último, se realiza una introducción a los criterios de fallo, en particular del criterio de Von Misses como criterio universalmente aceptado.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer los tipos de acero estructural y distinguir sus aplicaciones principales.
- Manejar los tipos de perfiles, conociendo las bondades y debilidades de sus características mecánicas de cara a las posibles aplicaciones.
- Comprender y manejar la expresión de la tensión de comparación de Von Misses como criterio de fallo más empleado.

#### **Unidad didáctica II.- Bases de cálculo.**

En esta unidad se establecen las bases necesarias al inicio de todo diseño de estructuras metálicas. Se clasifican las acciones, necesario para realizar las combinaciones de éstas. Se exponen los conceptos de valor característico y de valor de cálculo, íntimamente ligados al concepto de seguridad. Se exponen los estados límite que no deben ser alcanzados por las estructuras. Se presentan los coeficientes de seguridad, así como las hipótesis de combinación de acciones. Por último, se realiza un repaso por el valor de las distintas acciones que propone el CTE.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Obtener y clasificar las acciones a emplear en el cálculo de una estructura.
- Distinguir los coeficientes de seguridad a emplear en las combinaciones de acciones, así como los coeficientes de simultaneidad.
- Realizar las distintas hipótesis de combinación de acciones según que el Estado Límite a comprobar sea Último o de Servicio.

#### **Unidad didáctica III.- Cálculo y diseño de piezas.**

En esta unidad se aborda el problema de diseñar piezas metálicas que se vean solicitadas a diversos esfuerzos, aisladamente o combinados: flexión (vigas), torsión, pandeo lateral (vigas), tracción (elementos en estructuras trianguladas), compresión (pandeo) y flexocompresión (pilares).

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Aprender a identificar los fenómenos estructurales (resistentes y de inestabilidad) que puedan aparecer en una pieza metálica en función de los esfuerzos que la solicitan.
- Emplear criterios de predimensionamiento de piezas.
- Saber aplicar los procedimientos de comprobación en el diseño de piezas.

#### **Unidad didáctica IV.- Nudos, medios de unión, apoyos y basas.**

Se aborda el diseño conceptual de diversos nudos (articulados, rígidos, brochales y acartelamientos). Se exponen los medios de unión atornillados, se presentan los criterios para calcularlos y se relacionan las disposiciones geométricas a observar. En el caso de las uniones soldadas, se presentan diversos aspectos tecnológicos y se exponen los criterios de cálculo. Se realiza un repaso por distintos tipo de apoyos de vigas. Finalmente, se trata el tema de las basas de soportes, como elementos de transición del pilar metálico a la cimentación, estableciendo los métodos de cálculo de varias basas habituales en la práctica.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Diseñar uniones (articuladas o rígidas) que se adapten al modelo de análisis empleado para la estructura.
- Conocer los medios de unión, tanto en uniones atornilladas como soldadas.
- Conocer la tecnología de las uniones.
- Comprender los conceptos y criterios de cálculo de las uniones.
- Conocer y emplear diversos tipos de apoyos de vigas.
- Diseñar y calcular basas de soporte habituales, adaptándose a las condiciones de vinculación pilar-cimentación empleadas en el análisis de la estructura.



### **Unidad didáctica V.- Conjuntos estructurales.**

Una vez estudiado por separado el diseño de piezas, las uniones entre ellas, y las bases de soportes, es el momento en esta unidad de realizar el ensamblaje de las distintas partes para obtener un determinado conjunto estructural (triangulado, aporticado o edificio), aportando criterios específicos que aglutinen los conceptos estudiados en la asignatura, y exponiendo ciertos detalles constructivos habituales.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Diseñar y calcular un conjunto estructural (triangulado, aporticado o edificio).
- Conocer y emplear diversos detalles constructivos habituales.



## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	30
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	36
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución y no en los resultados. En ocasiones se da un tiempo para que el estudiante intente resolverlo, con posibilidad de participación activa a través de estudiantes voluntarios. Se propondrán problemas y/o casos prácticos similares para resolverlos por equipos.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas.	18
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor. Se entregan en clase, en el despacho o se envían a través de correo electrónico.	32
Actividades de evaluación formativa	Se hace una prueba tipo test tras completar cada bloque de contenidos. Se realiza en clase y se corrige a continuación. Se dispone así de un seguimiento del grado de asimilación de los contenidos. No se emplea para la evaluación del alumno pero sí para reforzar contenidos en caso necesario.	<u>Presencial</u> : Realización del test. Corrección del test de otro estudiante. Planteamiento de dudas.	3
Visita técnica	Visita a obras o instalaciones cuya actividad esté relacionada con los contenidos de la asignatura.	<u>Presencial</u> : Asistencia a la visita.	4
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías o por correo electrónico.	4
Exámenes	Evaluación escrita (dos parciales).	<u>Presencial</u> : Asistencia a los exámenes.	8
			<b>135</b>

**Nota:** Dependiendo de las condiciones en cada curso (número de matriculados, existencia de obras de interés, oportunidad de la fase de la obra, etc.) la visita técnica se organizará en la medida de lo posible. De no organizarse, se distribuirán las horas correspondientes entre el resto de actividades presenciales.

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados aprendizaje (4.5)					
	1	2	3	4	5	6
Clase de teoría	X	X	X	X		
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos		X	X		X	X
Actividades de evaluación formativa	X			X		
Visita técnica				X		



## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita: teoría	X		Dos parciales, con un peso cada uno del 50 % de la nota. Preguntas tipo test de conceptos y definiciones. Es necesario obtener un mínimo de 3 sobre 10 para promediar con el resto de la prueba.	30	1 a 4
Prueba escrita: ejercicios	X		Dos parciales, con un peso cada uno del 50 % de la nota. Uno o dos ejercicios de dificultad similar a los resueltos y propuestos. En la calificación del/los ejercicio/s se considerará principalmente la obtención de resultados correctos. Es necesario obtener un mínimo de 3 sobre 10 en cada uno de los ejercicios para promediar con el resto de la prueba.	70	2, 3, 5
Prueba escrita: test		X	Realización de pruebas tipo test en clase y corrección de la prueba con participación grupal. Evalúan la evolución del aprendizaje.	-	1, 4
Trabajo en equipo		X	Empleo de una rúbrica en la que se incluya tanto la valoración del trabajo en equipo como la valoración de las tareas desempeñadas por cada componente. Se incentiva la participación valorándose el trabajo en equipo hasta 1 punto, que se añade a la calificación final de la asignatura una vez obtenidos, al menos, 4 puntos en la prueba sumativa.	-	6
Foro de temas de discusión sobre la asignatura		X	Cada estudiante puede proponer en el foro temas de discusión diversos y/o responder a los mismos. El profesor sigue los temas como observador, interviniendo para corregir o matizar las respuestas que no sean del todo correctas. Se incentiva la participación valorándose hasta 0,5 puntos, que se añaden a la calificación final de la asignatura una vez obtenidos, al menos, 4 puntos en la prueba sumativa, en función del nivel de participación, de los temas propuestos y de la calidad de las respuestas.	-	1 a 4

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.



## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

Las pruebas tipo test que se realizan en clase, así como los ejercicios y problemas propuestos por parte del estudiante, permiten detectar posibles lagunas formativas y consolidar los conceptos más importantes de la asignatura.

Las tutorías grupales provocan el planteamiento de cuestiones en clase que permiten comprobar el nivel que se va adquiriendo a lo largo del curso.

Se incentiva la asistencia a clase mediante controles puntuales a lo largo del curso, valorándose hasta 0,5 puntos, que se añaden a la calificación final de la asignatura una vez obtenidos, al menos, 4 puntos en la prueba sumativa.



## 8 Bibliografía y recursos

Enlace a bibliografía recomendada (CRAI-Biblioteca UPCT):

[https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es\\_ES/GIC/?](https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GIC/?)

### 8.1. Bibliografía básica\*

#### APUNTES DE LA ASIGNATURA:

- Tomás, A. (2011). *Estructuras metálicas*. Cartagena: OCW UPCT.  
<http://ocw.bib.upct.es/course/view.php?id=89>

#### TEORÍA:

##### Unidades didácticas I, II y III:

- Argüelles, R., Argüelles, J.M., Arriaga, F. & Atienza, J.R. (2013). *Estructuras de acero 1. Fundamentos y cálculo*. Madrid: Bellisco.

##### Unidades didácticas IV y V:

- Argüelles, R., Argüelles, J.M., Arriaga, F. & Atienza, J.R. (2007). *Estructuras de acero 2. Uniones y sistemas estructurales*. Madrid: Bellisco.

##### Unidades didácticas I a IV:

- Monfort, J. (2007). *Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE*. Valencia: Servicio de Publicaciones UPV.

#### PRÁCTICA:

##### Unidades didácticas I a V:

- Monfort, J., Pardo, J.L. & Guardiola, A. (2007). *Problemas de estructuras metálicas adaptados al CTE*. Valencia: Servicio de Publicaciones UPV.

##### Unidad didáctica III:

- Argüelles, R., Arriaga, F., Argüelles, R., Esteban, M. & Íñiguez, G. (2016). *Estructuras de acero 4. Inestabilidad: fundamentos, cálculo y programas*. Madrid: Bellisco.

##### Unidad didáctica V:

- Montalvá, J.M., Hospitaler, A., Saura, H. & Hernández, D. (2012). *Proyecto estructural de edificio industrial. Diseño y cálculo de estructura metálica*. Valencia: Editorial UPV.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

#### TEORÍA:

##### Unidades didácticas I a IV:

- Marco, J. (1997). *Fundamentos para el cálculo y diseño de estructuras metálicas de acero laminado*. Madrid: McGraw-Hill.
- Simón-Talero, J.M. (2000). *Introducción al cálculo de estructuras metálicas según el Eurocódigo 3*. Madrid: El autor.

##### Unidad didáctica V:

- Arnedo, A. (2009). *Naves industriales con acero*. Madrid: APTA.
- Hurtado, C., Fernández, F., Asensio, M., Vega, R. & Tectum Ingeniería. (2008). *Estructuras de acero en edificación*. Madrid: APTA.
- ITEA. (1999). *Guía de diseño para edificios con estructura de acero*. Ordizia: ITEA.

#### PRÁCTICA. Unidades didácticas I a IV:

- Carretero, J. & Benito, J.L. (2010). *Problemas de estructuras metálicas*. Madrid: Delta.
- Monfort, J. (1999). *Estructuras metálicas para edificación: según criterios del Eurocódigo 3*. Valencia: Servicio de Publicaciones UPV.
- Martínez, R. (1997). *Ejercicios de estructuras metálicas (conforme al Eurocódigo 3)*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.



### 8.3. Normativa

#### NORMATIVA DE ACCIONES:

- CTE. (2006). Código Técnico de la Edificación. *Documento Básico SE-AE "Acciones en la edificación"*. Madrid: Ministerio de Vivienda. BOE 28/03/2006 y modificaciones 23/10/2007, 25/01/2008 y 23/04/2009.
- EC-1. Eurocódigo 1. Norma UNE-ENV 1991 *Bases de proyecto y acciones en estructuras. Partes 1, 2 y 4*. Madrid: AENOR.
- NCSE-02. (2009). *Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- IAP-11. (2012). *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- IAPF-07. (2010). *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- NCSP-07. (2008). *Norma de construcción sismorresistente: puentes*. Madrid: Ministerio de Fomento.

#### NORMATIVA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PRONTUARIOS:

- CTE. (2006). Código Técnico de la Edificación. *Documento Básico SE "Seguridad Estructural"*. Madrid: Ministerio de Vivienda. BOE 28/03/2006 y modificaciones 23/10/2007, 25/01/2008 y 23/04/2009.
- CTE. (2006). Código Técnico de la Edificación. *Documento Básico SE-A "Seguridad estructural. Acero"*. Madrid: Ministerio de Vivienda. BOE 28/03/2006 y modificaciones 23/10/2007 y 25/01/2008.
- EC-3. (2013). Eurocódigo 3. Norma UNE-EN 1993-1-1 *Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios*. Madrid: AENOR.
- EAE. (2012). *Instrucción de acero estructural*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Rodríguez-Bolardo, R., Martínez, R. & Martínez, C. (2002). *Prontuario de estructuras metálicas*. Madrid: CEDEX.
- Prontuario ENSIDESA. (1993). *Manuales sobre la construcción con acero, Tomo 2*. Madrid: Publicaciones ENSIDESA.

### 8.4. Recursos en red y otros recursos

Apuntes de la asignatura en OCW UPCT

<http://ocw.bib.upct.es/course/view.php?id=89>

UPCTmedia (vídeos de la asignatura)

<http://media.upct.es/profesor/?id=59>

Centro virtual de publicaciones de Fomento

<http://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/>

E.T.S. de Ingeniería de Caminos, CC. y PP. y de Ingeniería de Minas - UPCT

<http://www.upct.es/caminosyminas/>

Departamento de Ingeniería Civil - UPCT

<http://www.upct.es/~ingcivil/>

Eurocódigos

<http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu>

Base de datos de ingeniería estructural

<http://structurae.net>

Estructurando

<http://estructurando.net/>

Earthquake | KickMyBrain

<http://www.kickmybrain.com/earthquake/>



Asociación para la Construcción de Estructuras Metálicas

<http://www.ascem.org>

Prontuario Informático de Estructuras Metálicas y Mixtas en APTA (Asociación para la Promoción Técnica del Acero).

<http://www.apta.es>

Calidad Siderúrgica

<http://www.calsider.es>

Código Técnico de la Edificación

<http://www.codigotecnico.org>

Compañía Española de Laminación

<http://www.celsa.com>

Constructalia. El sitio del acero para la construcción. Arcelormittal Steel Company

<http://www.constructalia.com>

Patrimonio Tecnológico, S.L. (Naves y presupuestos)

<http://www.patec.org>

Portal europeo de arquitectura y construcción con acero

<http://www.steelconstruct.com>

Unión de Almacenistas de Hierros de España

<http://www.uahe.es>

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Sede Nacional

<http://www2.ciccp.es/>

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Región de Murcia

<http://www.caminosmurcia.es/>

Asociación Española de Normalización y Certificación

<http://www.aenor.es>

