



Guia docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Estruturas Metálicas y Mixtas		Código	632G02031
Titulación	Grao en Tecnoloxía da Enxeñaría Civil			
Descriptoros				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Grado	1º cuatrimestre	Cuarto	Obligatoria	6
Idioma	CastellanoGallego			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívís e Aeronáuticas			
Coordinador/a	Romera Rodriguez, Luis Esteban		Correo electrónico	l.romera@udc.es
Profesorado	,		Correo electrónico	carmen.lopez.chao@udc.es
	Baldomir García, Aitor			aitor.baldomir@udc.es
	Romera Rodriguez, Luis Esteban			l.romera@udc.es
Web	campusvirtual.udc.gal/login/index.php (632G020312021 Estructuras Metálicas y Mixtas)			
Descripción general	El objetivo de la asignatura es conocer y comprender el funcionamiento resistente de las estructuras metálicas y mixtas, aplicándolo al diseño y dimensionamiento de las mismas mediante las normativas existentes y conociendo las bases en las que se fundamenta la normativa.			
	La normativa de referencia seguida es la Instrucción de acero estructural EAE, 3ª edición noviembre del 2012, del Ministerio de Fomento, junto con los Eurocódigos 3 (estructuras metálicas) y 4 (estructuras mixtas hormigón y acero).			

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A13	Capacidad para analizar y comprender como las características de las estructuras influyen en su comportamiento, así como conocer las tipologías más usuales en la Ingeniería Civil. Capacidad para utilizar métodos tradicionales y numéricos de cálculo y diseño de todo tipo den estructuras de diferentes materiales, sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados.
A14	Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado y pretensado que permiten tener la capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.
A16	Capacidad para preparar el proyecto, cálculo, construcción y mantenimiento de edificios por medio del conocimiento de la estructura, los acabados, las instalaciones y los equipos propios de la edificación.
B1	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
B2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
B3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
B4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
B5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B6	Resolver problemas de forma efectiva.
B7	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
B8	Trabajar de forma colaborativa.
B9	Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano y como profesional.
B10	Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo.
B11	Entender y aplicar el marco legal de la disciplina.
B12	Comprensión de la necesidad de actuar de forma enriquecedora sobre el medio ambiente contribuyendo al desarrollo sostenible.
B13	Compresión de la necesidad de analizar la historia para entender el presente.



B14	Capacidad para organizar y dirigir equipos de trabajo así como de integrarse en equipos multidisciplinares.
B15	Claridad en la formulación de hipótesis.
B16	Capacidad de autoaprendizaje mediante la inquietud por buscar y adquirir nuevos conocimientos, potenciando el uso de las nuevas tecnologías de la información y así poder enfrentarse adecuadamente a situaciones nuevas.
B17	Capacidad para aumentar la calidad en el diseño gráfico de las presentaciones de trabajos.
B18	Capacidad para aplicar conocimientos básicos en el aprendizaje de conocimientos tecnológicos y en su puesta en práctica.
B19	Capacidad de realizar pruebas, ensayos y experimentos, analizando, sintetizando e interpretando los resultados.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como por escrito, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
C2	Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero.
C3	Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.
C4	Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía abierta, culta, crítica, comprometida, democrática y solidaria, capaz de analizar la realidad, diagnosticar problemas, formular e implantar soluciones basadas en el conocimiento y orientadas al bien común.
C5	Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras.
C6	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse.
C7	Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.
C8	Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias del título		
Capacidad para aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento resistente de las estructuras y para dimensionarlas siguiendo las normativas existentes y utilizando métodos de cálculo analíticos y numéricos.	A14	B1 B2 B3 B4 B5 B7 B8 B9 B10 B11 B15	C3 C6 C8
Capacidad para generar de forma acertada y racional modelos estructurales de estructuras reales para su resolución por computador.	A14	B2 B10 B11 B14	C1 C3 C4 C5 C6
Capacidad para interpretar de forma acertada los resultados de modelos computacionales de cálculo de estructuras.	A14	B6 B13 B15	C3 C8
Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras metálicas y mixtas y capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.	A14	B3 B4 B9 B10 B12 B13	C2 C6 C7



Capacidad para analizar y comprender como las características de las estructuras influyen en su comportamiento, así como conocer las tipologías más usuales en la Ingeniería Civil. Capacidad para utilizar métodos tradicionales y numéricos de cálculo y diseño de todo tipo de estructuras de diferentes materiales, sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados	A13	B7 B8 B16 B17 B18 B19	C6 C7 C8
Capacidad para preparar el proyecto, cálculo, construcción y mantenimiento de edificios por medio del conocimiento de la estructura, los acabados, las instalaciones y los equipos propios de la edificación	A16	B11 B12 B13	C5 C8

Contenidos	
Tema	Subtema
1. La construcción metálica y el acero estructural	Materiales metálicos. Ventajas e inconvenientes. Normativas. Características de los aceros. Criterios de plastificación. Tipos de acero estructural. Productos. Fabricación y montaje. Tipos de piezas: rango de luces y aplicaciones.
2. Bases de proyecto	Seguridad estructural. Bases de cálculo. Acciones. Resistencia. Estados límite de servicio.
3. Análisis estructural	Idealización de la estructura. Análisis global. Clasificación de las secciones transversales. Arrastre por cortante. Imperfecciones. Estabilidad lateral.
4. Estado límite de resistencia de las secciones	Axil, flector y cortante. Torsión uniforme. Torsión no uniforme y mixta. Comprobaciones en la sección transversal.
5. Estado límite de inestabilidad de las barras	Pandeo elástico de Euler. Longitud de pandeo y esbeltez. Curvas europeas de pandeo. Pandeo lateral. Pandeo por torsión. Viga-columna. Elementos compuestos.
6. Software de cálculo y diseño	Tipos de programas para el cálculo y diseño de estructura metálica. Bases de cálculo en Sap2000. Ejemplos de aplicación.
7. Abolladura	Abolladura por cortante. Abolladura por cargas concentradas transversales. Rigidizadores. Interacción. Abolladura del alma inducida por el ala comprimida.
8. Uniones	Tipos y clasificación. Uniones atornilladas. Uniones soldadas. Uniones sometidas a axil. Uniones sometidas a flexión y cortante. Uniones viga-soporte. Uniones a cimentación. Elementos de apoyo. Software para el cálculo y diseño de uniones. Resolución de uniones mediante el software IdeaStática.
9. Temas complementarios y aplicaciones	Vibraciones. Fatiga. Durabilidad. Resistencia al fuego y protección. Uniones entre piezas de sección tubular. Edificación urbana e industrial: ejemplos de aplicación.
10. Estructura mixta: hormigón y acero	Utilización e hipótesis. Solicitaciones normales y transversales. Métodos de cálculo. Análisis instantáneo y diferido. Secciones mixtas pretensadas. Diagramas momento-curvatura y de interacción. Predimensionamiento y conectores. Procesos constructivos. Pilares y forjados mixtos.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A13 A14 A16 B8 B9 B10 B11 B12 B13 B14 B15 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B16 B17 B18 B19 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8	24	36	60



Solución de problemas	A13 A14 A16 B10 B11 B15 B1 B2 B3 B4 B5 C1 C2 C4 C6 C7	31	46.5	77.5
Prueba práctica	A14 B8 B9 B10 B11 B1 B2 B3 B4 B5 B7 C3	1	4	5
Prueba oral	A13 A14 B10 B11 B15 B1 B2 B3 B4 B5 B7 C6 C8	1.5	0	1.5
Prueba objetiva	A13 A14 A16 B10 B11 B2 B3 B4 B7 C1 C3	4	0	4
Atención personalizada		2	0	2
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Exposición de contenidos conceptuales de los diversos temas.
Solución de problemas	Resolución de las prácticas de los diferentes temas planteados por los docentes. La resolución de problemas se realizará en el aula y con la participación de los alumnos. También se realizarán prácticas de laboratorio de estructuras para aprender a utilizar la herramienta de análisis y diseño de estructuras metálicas SAP2000.
Prueba práctica	Esta prueba consiste en la resolución de problemas prácticos que se entregarán a los estudiantes a lo largo del curso. Entre ellos podrá haber: 1) una práctica de aplicación de la norma de estructuras metálicas EAE. 2) una práctica que consiste en la utilización del software SAP2000 para análisis y diseño de estructuras metálicas. 3) una práctica en el laboratorio de construcción ensayando algún componente o estructura metálica.
Prueba oral	Es una prueba de evaluación continua donde el estudiante individualmente o en grupos muy pequeños tendrá que responder a una serie de preguntas relacionadas con los temas vistos en el aula. Habrá varias entrevistas con el profesor a lo largo del curso.
Prueba objetiva	Realización de los exámenes de la materia en las fechas establecidas en los calendarios académicos elaborados por la Comisión Docente de la escuela.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prueba oral	Sesión magistral:
Sesión magistral	Los alumnos deberán preguntar durante la clase o en tutoría individual aquellos aspectos desarrollados en las sesiones magistrales que no fueron suficientemente comprendidos.
Solución de problemas	
Prueba objetiva	Solución de problemas y prueba práctica:
Prueba práctica	Igualmente, los alumnos deberán resolver las dudas que se les planteen antes o después de que las prácticas de cada tema sean resueltas en el aula por el profesor. En este caso los alumnos pueden acudir a tutoría individualmente o en grupo. En el caso de las prácticas propuestas que se deben entregar los alumnos pueden acudir a tutorías en cualquier etapa de su realización para resolver dudas. Prueba objetiva: El estudiante debe responder a las cuestiones y resolver los problemas planteados durante los exámenes de la materia. Para la preparación del examen el alumno dispone también de los exámenes resueltos de convocatorias anteriores.



Evaluación			
Metodologías	Competencias	Descripción	Calificación
Prueba oral	A13 A14 B10 B11 B15 B1 B2 B3 B4 B5 B7 C6 C8	El alumno asistirá a cada una de las 2 entrevistas establecidas por el profesor y se le comunicará por correo electrónico o mediante la plataforma Campus Virtual de la UDC. A lo largo del curso, deberá asistir a las entrevistas planificadas y responder a las preguntas planteadas por el profesor de forma oral, o si el profesor lo especifica, mediante algún gráfico explicativo. Esta prueba es obligatoria y el estudiante debe obtener una calificación mínima de 10 puntos sobre 25 para poder liberar esta parte de la evaluación de la asignatura. Si el estudiante no alcanza esta nota mínima, debe realizar una prueba oral de toda la materia, que puede llevarse a cabo en la fecha de la prueba objetiva o en una fecha diferente. Aquellos estudiantes que no asistan a alguna de las entrevistas planificadas (excepto por razones justificadas) no podrán liberar esta parte de la asignatura, teniendo que realizar la prueba oral de todo el contenido de la asignatura. En cualquier caso, para aprobar la asignatura, se debe obtener una calificación mínima de 10 sobre 25 en esta prueba.	25
Prueba objetiva	A13 A14 A16 B10 B11 B2 B3 B4 B7 C1 C3	El estudiante debe responder a las cuestiones y resolver los problemas planteados durante los exámenes de la materia. El resultado de esta prueba no se guarda para la 2ª oportunidad.	75
Prueba práctica	A14 B8 B9 B10 B11 B1 B2 B3 B4 B5 B7 C3	El alumno deberá resolver los ejercicios prácticos que le hayan asignado los profesores y entregarlos en las "Tareas" definidas en la plataforma Moodle. Se establecen un máximo de 2 tareas, una de las cuales corresponde a la realización de un diseño de estructura metálica y análisis utilizando el programa SAP2000. Esta prueba es optativa y la puntuación máxima será de 10 puntos. Esta nota computará una vez que el estudiante alcance una puntuación superior a 40 puntos entre la Prueba objetiva y la Prueba oral.	10
Otros			

Observaciones evaluación

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 50 puntos.

Fuentes de información



Básica

- ESDEP (). ESDEP. Programa Europeo de Formación en Cálculo y Diseño de la Construcción en Acero. ITEA. Instituto Técnico de la Construcción de Acero
- Argüelles, R. et al. (2005). Estructuras de Acero. Cálculo. Bellisco
- Argüelles, R. et al. (2007). Estructura de Acero. Uniones y Sistemas Estructurales. Bellisco
- Monfort, J. (2006). Estructuras Metálicas para Edificación adaptado al CTE. Universidad Politécnica de Valencia
- Monfort, J., Pardo, J.L., Guardiola, A. (2008). Problemas de Estructuras Metálicas adaptados al Código Técnico. Universidad Politécnica de Valencia
- Monfort, J., Pardo, J.L., Guardiola, A. (2002). Problemas de Estructuras Metálicas según los criterios del Eurocódigo 3. Universidad Politécnica de Valencia
- Hurtado, C. et al. (2008). Estructuras de Acero en Edificación. Publicaciones APTA
- Arnedo, A. (2009). Naves Industriales con Acero. Publicaciones APTA
- Ortiz, J. & Villa, J. (2009). Cálculo de las Estructuras de Acero frente al Incendio. Publicaciones APTA
- Labein-Tecnalia & Tectum Ingeniería (2009). Estructuras de Acero en Aparcamientos Subterráneos. Publicaciones APTA
- Navajas, P. & López, A. (2009). Protección y Durabilidad de las Estructuras de Acero. Publicaciones APTA
- Capellán, G. et al. (2009). Guía para el Apriete de Uniones con Tornillos Pretensados. Publicaciones APTA
- Ortiz, J.; Hernando, J.I., Cervera, J. (2007). Manual de Uniones Atornilladas Frontales Pretensadas. Publicaciones APTA
- Ortiz, J. et al. (2009). Manual de Uniones Atornilladas Laterales. Publicaciones APTA
- Trahair, N. S. et al. (2008). The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3. Taylor & Francis
- Salmon, C. G. et al. (2009). Steel Structures. Design and Behaviour. Pearson, Prentice Hall
- Martin, L. (2008). Structural Design of Steelwork to EN 1993 and EN 1994. Elsevier
- Ambrose, J. (2007). Simplified Design of Steel Structures. John Wiley & Sons
- Vinnakota, S. (2006). Steel Structures: Behaviour and LRFD. McGraw-Hill
- Marco, J. (1998). Fundamentos para el Cálculo y Diseño de Estructuras Metálicas de Acero Laminado. McGraw-Hill
- Marco, J. (2000). Curso básico de cálculo y diseño de estructuras metálicas en ordenador (adaptado al Eurocódigo 3 y al LRFD). McGraw-Hill
- Gil, L. M. & Hernández, E. (2004). Acero Estructural. Universidad de Granada
- Martínez, R. (1996). Ejercicios de Estructuras Metálicas (conforme al Eurocódigo 3). Servicio de Publicaciones Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid
- Quintero, F. & Cudós, V. (1995). Estructuras Metálicas. Escuela de la Edificación, UNED, Madrid
- Hirt, M. A., Bez, R., Nussbaumer, A. (2006). Construction Métallique, Notions fondamentales et méthodes de dimensionnement. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes
- Hirt, M. A., Crisinel, M. (2005). Construction Métallique, Conception et dimensionnement des halles et bâtiments. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes
- Brozzetti, J., Hirt, M. A., Bez, R. (1995). Construction Métallique, Exemples numériques adaptés aux Eurocodes. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes
- Galambos, T.V., Surovek, A.E. (2008). Structural Stability of Steel: Concepts and Applications for Structural Engineers. John Wiley & Sons
- Rodríguez, R. (1997). Manual de Estructuras Metálicas de Edificios Urbanos. CEDEX
- Rodríguez, R. (1999). Prontuario de Estructuras Metálicas. CEDEX
- ENSIDESA (). Manual de cálculo de estructuras metálicas. Prontuario de ENSIDESA
- Wardenier, J. (2002). Perfiles Tubulares en Aplicaciones Estructurales. Instituto para la Construcción Tubular
- Instituto para la Construcción Tubular (2000). Guía de Diseño para Edificios con Estructura de Acero. Instituto Técnico de la Estructura de Acero (ITEA)
- Instituto Técnico de la Estructura de Acero (2000). Guía para el Diseño estructural en acero de naves industriales ligeras (DEANIL). Instituto Técnico de la Estructura de Acero (ITEA)
- Iglesias, G., Alonso, A., Chica, J.A. (2004). Guía de Diseño para Estructuras en Celosía resueltas con Perfiles Tubulares de Acero. Instituto de la Construcción Tubular (ICT)
- Millanes, F. (). La flexión en estructura metálica. Análisis de esfuerzos y control de secciones. ETSICCP, Madrid



- Galambos, T.V., Lin F.J., Johnston, B.G. (1996). Diseño de Estructuras de Acero con LRFD. Prentice Hall
- Hernández, S. & Doria, J. (). Diseño de Estructuras de Acero. E.T.S.I.C.C.P. Universidade da Coruña
- Doria, J., Hdez., S., Romera, L.E. (). Ejercicios de Estructuras de Acero. E.T.S.I.C.C.P. Universidade da Coruña
- Martínez, R. (1990). Ejercicios de Estructuras Metálicas. Colección de Ingeniería y Arquitectura n.º 2
- Benito, J.L. & Carretero, J. (2012). Principios Básicos de Estructuras Metálicas. Adaptado a la nueva EAE y al EC-3. Vision Libros
- Pellicer, D., Sanz, C., Maya, E. (2003). Construcción de Estructuras Metálicas. Biblioteca Técnica Universitaria
- Benito, J.L. & Carretero, J. (2012). Problemas de Estructuras Metálicas. Adaptado a la nueva EAE y al EC-3. Vision Libros
- Martínez, J. & Ortiz, J. (1978). Construcción Mixta Hormigón-Acero. Rueda
- (2012). Instrucción de Acero Estructural (EAE). Ministerio de Fomento
- (2008). Norma UNE-ENV 1993/1/1: Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras metálicas. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. AENOR
- (1996). Eurocódigo 4. Parte 1-2: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero. AENOR
- (1996). Recomendaciones para el proyecto de puentes metálicos para carreteras. RPM-95. Ministerio de Fomento
- (1996). Recomendaciones para el proyecto de puentes mixtos para carreteras. RPX-95. Ministerio de Fomento
- Simoes da Silva L., Simoes R., Gervásio H. (2010). Design of Steel Structures (EC3). ECCS Eurocode Design Manuals
- Boissonade N., Greiner R., Jaspart J.P., Linder J. (2006). Rules for member stability in EC3. ECCS Technical Committee 8-Stability



Complementaria	- (2008). NCSP-07 Norma de Construcción Sismorresistente: puentes. Ministerio de Fomento - (2002). NCSR-02 Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación. Ministerio de Fomento - (2006). Código Técnico de la Edificación (CTE). DB SE-A Seguridad Estructural: Acero. Ministerio de Vivienda - (2007). IAPF-07 Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril. Ministerio de Fomento - (2011). IAP-11 Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. Ministerio de Fomento - (2006). Código Técnico de la Edificación (CTE). DB SE Seguridad Estructural: Bases de Cálculo. DB SE-AE Acciones en la Edificación. Ministerio de Vivienda - (). Norma UNE-ENV 1991/2: Eurocódigo 1. Parte 2: Acciones en estructuras. AENOR - Viñuela, L. & Martínez, J. (2009). Proyecto y Construcción de Puentes Metálicos y Mixtos. Publicaciones APTA
-----------------------	---

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Resistencia de materiales/632G02018

Estructuras I/632G02024

Estructuras II/632G02025

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Hormigón Estructural, Edificación y Prefabricación I/632G02029

Asignaturas que continúan el temario

Otros comentarios

En el máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos se aplican y se desarrollan los conceptos de esta asignatura en asignaturas optativas de la especialidad de Estructuras y Construcción.

(*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías