



Teaching Guide				
Identifying Data				2023/24
Subject (*)	Estruturas II		Code	632G02025
Study programme	Grao en Tecnoloxía da Enxeñaría Civil			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	2nd four-month period	Third	Obligatory	6
Language	Spanish			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívís e Aeronáuticas			
Coordinador	Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel		E-mail	jose.angel.jurado@udc.es
Lecturers	Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel Perezzan Pardo, Juan Carlos		E-mail	jose.angel.jurado@udc.es j.perezzan@udc.es
Web	https://campusvirtual.udc.gal/ 632G020252122			
General description	Structures II Shells structures are analyzed. The matrix analysis of bars structures is explained. In this subject the students learn to use commercial programs of structural analysis.			

Study programme competences / results	
Code	Study programme competences / results
A1	Capacidad para plantear y resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en el ejercicio de la profesión. En particular, conocer, entender y utilizar la notación matemática, así como los conceptos y técnicas del álgebra y del cálculo infinitesimal, los métodos analíticos que permiten la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, la geometría diferencial clásica y la teoría de campos, para su aplicación en la resolución de problemas de Ingeniería Civil.
A2	Uso y programación de ordenadores.
A3	Capacidad para resolver numéricamente los problemas matemáticos más frecuentes en la ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos numéricos avanzados de cálculo, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos en el contexto de la ingeniería civil, la mecánica computacional y/o la ingeniería matemática, entre otros.
A5	Capacidad para resolver los problemas físicos básicos de Ingeniería Civil, y conocimiento teórico y práctico de las propiedades físicas, químicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales de construcción más utilizados en construcción.
A6	Capacidad para documentarse, obtener información y aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimientos de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan, incluyendo la caracterización microestructural. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar los métodos, procedimientos y equipos que permiten la caracterización mecánica de los materiales, tanto experimentales como analíticos.
A7	Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales del movimiento mecánico y del equilibrio de los cuerpos materiales, y capacidad para su aplicación en la resolución de problemas de Mecánica.
A8	Capacidad de visión espacial, dominio de los Sistemas de Representación y conocimiento de las técnicas y normativas actuales para la representación de objetos propios de la ingeniería civil. Conocimiento de las técnicas de trazado de obras lineales y de plataformas y capacidad para aplicar los conocimientos del Dibujo Técnico a la croquización y cubicación de piezas propias de las obras públicas.
A10	Capacidad para conocer, comprender y aplicar los métodos que las Geometrías Métrica y Descriptiva proporcionan para la resolución de problemas geométricos y de intersección de superficies por métodos gráficos.
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 de 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, metálicas y mixtas que permiten tener la capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.
A15	Conocimiento de la tipología de elementos prefabricados, las características principales de su cálculo y su aplicación en los procesos de fabricación.



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	Comprensión 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 e 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 la 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 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.

Learning outcomes	
Learning outcomes	Study programme competences / results



Capacity to analyse and understand how the characteristics of the structures influence in its behaviour, as well as know the most usual typologies in the Civil Engineering. Capacity to use traditional and numerical methods of calculation and design of all type of structures of different materials, subjected to diverse efforts and in situations of mechanical behaviours varied. Knowledge of the different typologies of metallic bridges, of concrete and mixed, its structural behaviour, the methods of calculation and the constructive procedures employees.	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
	A5	B4	C4
	A6	B5	C5
	A7	B6	C6
	A8	B7	C7
	A10	B8	C8
	A13	B9	
	A14	B10	
	A15	B11	
	A16	B12	
		B13	
		B14	
		B15	
		B16	
		B17	
		B18	
		B19	

Contents	
Topic	Sub-topic
1. Introduction to Estructuras II	1.1 Introduction to structural behavior
2. Membrane theory of shells of revolution	2.1 Shell structural element 2.2 Types of shells 2.3 Membrane theory of revolution shells 2.4 Deformations of revolution shells 2.5 Cylindrical and conical shells
3. Bending of cylindrical shells	3.1 Bending differential equation of cylindrical shells with symmetrical axial loads 3.2 Circular cylinder with symmetrical axial loads on one base 3.3 Cylindrical reservoir for a liquid
4. Introduction to matrix analysis of bars structures	4.1 Computational methods for structural analysis 4.2 Discretization of a structural model 4.3 Displacements matrix method or stiffness method
5. Matrix analysis of truss structures	5.2 Stiffness element matrix of a truss structure 5.3 Coordinate system change 5.4 Building of the global structural matrix 5.5 Boundary conditions 5.6 Results of displacements, joint forces and element forces
6. Matrix analysis of plane structures of stiff joints	6.1 Plane structures with in-plane loads 6.2 Distributed and concentrated forces in an bar element 6.3 Temperature load 6.4 Pre-stress loads in concrete bars 6.5 Articulated joints 6.6 Frame structures with perpendicular loads
7. Stiffness matrix of a generic bar	7.1 Matrix analysis of 3D structures 7.2 Structural matrix considering shear deformation 7.3 Bars of variable cross section



8. Second order matrix analysis	8.1 Geometric stiffness matrix 8.2 Matrix analysis of the buckling load 8.3 Buckling shapes
9. Computer program of structural analysis	9.1 Geometric definition of the structural model 9.2 Definition of boundary conditions at support systems 9.3 Definition of loads 9.4 Load cases and combinations of load cases 9.5 Results analysis using graphic pos-processors 9.6 Structural analysis examples using commercial programmes

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A6 A5 A3 A2 A1 A7 A8 A10 A13 A14 A15 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	15	22	37
Case study	A2 A7 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	8	12	20
Document analysis	A2 A7 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	5	8	13
Problem solving	A2 A7 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	20	36	56
Laboratory practice	A2 A7 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	7	10	17



Online forum	A2 A7 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	0.5	0.5	1
Objective test	A2 A7 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	4	0	4
Personalized attention		2	0	2
(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.				

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Se explicarán los métodos de cálculo de estructuras comentados en los contenidos
Case study	El profesor mostrará como resolver ejemplos clásicos de cálculo de estructuras y analizará los resultados obtenidos.
Document analysis	Recopilación de ejemplos de cálculo de estructuras de la bibliografía propuesta para analizar su resolución.
Problem solving	El profesor propondrá problemas de cálculo de estructuras para que el alumno los resuelva. Posteriormente el profesor mostrará en clase cómo se solucionan algunos de ellos.
Laboratory practice	Los estudiantes trabajan en un ordenador que tiene instalados programas de cálculo de estructuras. El profesor plantea la resolución de estructuras y los estudiantes tratan de calcularla. Posteriormente se les facilita una solución correcta para que comparen sus resultados con ella. El profesor atiende durante la clase de prácticas las dudas que surjan.
Online forum	Se establece en el campus virtual para que cualquiera pueda plantear preguntas, dudas, hacer comentarios, aportar soluciones y compartir documentación de forma pública. Cualquier persona involucrada con la asignatura puede ver lo que se publica en el foro.
Objective test	Examen escrito de teoría y problemas de cálculo de estructuras.

Personalized attention	
Methodologies	Description
Problem solving Case study Document analysis Guest lecture / keynote speech Objective test Laboratory practice Online forum	Students who find difficulties in the theories explained in the master sessions, in solving the problems raised, in the case studies and in the analysis of sources, should attend tutoring to clarify them. Clarifying questions may also be asked during the objective test. They can attend in person during the established tutoring hours or contact through any official means of the UDC. UDC mail, Moodle forums or Teams. Another option is to use the virtual campus forum and thus make the query public.

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification



Problem solving	A2 A7 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	The behavior and attention of the student, the active participation, the contributions and questions, the answers to professor questions, the resolution of proposed exercises and activities, and in general any aspect related with the capabilities written in this guide will be evaluated so it can modify the obtain mark.	2
Case study	A2 A7 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	The behavior and attention of the student, the active participation, the contributions and questions, the answers to professor questions, the resolution of proposed exercises and activities, and in general any aspect related with the capabilities written in this guide will be evaluated so it can modify the obtain mark.	1
Document analysis	A2 A7 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	The behavior and attention of the student, the active participation, the contributions and questions, the answers to professor questions, the resolution of proposed exercises and activities, and in general any aspect related with the capabilities written in this guide will be evaluated so it can modify the obtain mark.	1
Guest lecture / keynote speech	A6 A5 A3 A2 A1 A7 A8 A10 A13 A14 A15 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	The behavior and attention of the student, the active participation, the contributions and questions, the answers to professor questions, the resolution of proposed exercises and activities, and in general any aspect related with the capabilities written in this guide will be evaluated so it can modify the obtain mark.	2
Objective test	A2 A7 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	Structures 2 has two evaluation methods: Continuous evaluation: This method tries to worth the work carried out during the course by the students. It consists on a series of tasks (from 8 to 12). They are structural analysis and theory questions. Most of them will be in class and student can't see documentation. Others tasks use Moodle. Exercises of the objective test (exam) of the first opportunity also will be considered as tasks. Each task marks with a maximum of 3 points. The mark of each task is published by moodle, existing a review time of one week. Afterwards mark can not chage. A student pass by this system if at least 50% of the maximum possible points are obtained. Objective test (exam): It consists on the realization of several exercises with theory and problems that will do in class without documentation. The mark of each exercise will be proportional to the spent time to course the subject. To pass it is necessary to get 5 points over 10. Also is necessary to get points in all the exercises, so if one exercise is marked with 0 point, student can't pass the exam. For the second opportunity the assessment is by means of objective test.	90



Laboratory practice	A2 A7 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	The behavior and attention of the student, the active participation, the contributions and questions, the answers to professor questions, the resolution of proposed exercises and activities, and in general any aspect related with the capabilities written in this guide will be evaluated so it can modify the obtain mark.	2
Online forum	A2 A7 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	The behavior and attention of the student, the active participation, the contributions and questions, the answers to professor questions, the resolution of proposed exercises and activities, and in general any aspect related with the capabilities written in this guide will be evaluated so it can modify the obtain mark.	2

Assessment comments

One of the exercises is the calculation of structures with a computational analysis program.

Sources of information

Basic	- Jurado J. A. (2012). Ejercicios de cálculo de estructuras. ETSICCP de la Universidade da Coruña - HERNÁNDEZ S. (1996). Análisis lineal y no lineal de estructuras de barras. ETSICCP de la Universidade da Coruña - JURADO J. A. HERNÁNDEZ S. (2002). Análisis estructural de placas y láminas. Edicions Tórculo - JURADO J. A. DÍAZ J. NIETO F. FONTÁN A. HERNÁNDEZ S. (2008). Ejemplos resueltos de cálculo de estructuras con el programa SAP2000. Edicions Tórculo - KASSIMALI A. (1999). Matrix Analysis of Structures. Brooks/Cole Publishing Company
Complementary	- JAWAD M. H. (1994). Theory and design of plate and shell structures. Chapman & Hall. - ZINGONI A. (1997). Shell Structures in Civil and Mechanical Engineering. Thomas Telford - ALLEN H. G. BALSON P. S (1980). Background to Buckling. Mc. Graw-Hill - MCGUIRE W. GALLAGHER R. H. ZIEMIAN R. D. (2000). Matrix Structural Analysis. John Wiley & Sons, Inc.

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Cálculo infinitesimal I/632G02001
 Cálculo infinitesimal II/632G02002
 Debuxo en enxeñaría civil I/632G02003
 Física aplicada I/632G02004
 Física aplicada II/632G02005
 Álgebra lineal I/632G02007
 Álgebra lineal II/632G02008
 Mecánica/632G02014
 Ecuacións diferenciais/632G02017
 Resistencia de materiais/632G02018
 Estruturas I/632G02024

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Métodos Numéricos e Programación/632G02023
 Linguaxes de Programación en Enxeñaría (plan 2010)/632G02035
 Historia da Enxeñaría (plan 2010)/632G02036
 Ciencia de Materiais (plan 2010)/632G02038



Subjects that continue the syllabus
Formigón Estrutural, Edificación e Prefabricación I/632G02029 Formigón Estrutural, Edificación e Prefabricación II/632G02030 Estruturas Metálicas e Mixtas/632G02031
Other comments

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.