



Teaching Guide

Teaching Guide				
Identifying Data			2021/22	
Subject (*)	Seismic and Aeroelastic Analysis of Structures		Code	632514026
Study programme	Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Official Master's Degree	2nd four-month period	First	Optional	4.5
Language	SpanishGalician			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívís e AeronáuticasEnxeñaría Civil			
Coordinador	Romera Rodriguez, Luis Esteban	E-mail	l.romera@udc.es	
Lecturers	Fontan Perez, Arturo Norberto Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel Nieto Mouronte, Felix Romera Rodriguez, Luis Esteban	E-mail	arturo.fontan@udc.es jose.angel.jurado@udc.es felix.nieto@udc.es l.romera@udc.es	
Web	campusvirtual.udc.gal			
General description	The aim of the course is to provide the theoretical and practical knowledge of the structural and aeroelastic analysis and apply it to the checking and design of structures. In the field of the seismic analysis the objectives are to introduce the student in the linear and nonlinear seismic analysis of structures through the study of practical cases; Know and apply existing seismic regulations (NCSR-02, NCSP-07 and EC-8); and to train in the use and interpretation of seismic calculation programs of structures (SAP2000 and ABAQUS) and in the design of seismic isolation and damping systems. With regard to structural aeroelasticity, the wind engineering is introduced to the students. Aerodynamic and aeroelasticity of civil structures in special of bridges are studied. Experimental and computational methods are used for these analyses.			
Contingency plan	1. Modifications to the contents 2. Methodologies *Teaching methodologies that are maintained *Teaching methodologies that are modified 3. Mechanisms for personalized attention to students 4. Modifications in the evaluation *Evaluation observations: 5. Modifications to the bibliography or webgraphy			

Study programme competences

Code	Study programme competences
A1	Capacitación científico-técnica e metodolóxica para a asesoría, a análise, o deseño, o cálculo, o proxecto, a planificación, a dirección, a xestión, a construción, o mantemento, a conservación e a explotación nos campos relacionados coa Enxeñaría Civil: edificación, enerxía, estruturas, xeotecnia, hidráulica, hidroloxía, enxeñaría cartográfica, enxeñaría marítima e costeira, enxeñaría sanitaria, materiais de construción, medio ambiente, ordenación do territorio, transportes e urbanismo, entre outros



A2	Capacidade para comprender os múltiples condicionamentos de carácter técnico, legal e da propiedade que se suscitan no proxecto dunha obra pública, e capacidade para establecer diferentes alternativas válidas, elixir a óptima e plasmarla adecuadamente, prevendo os problemas da súa construción, e empregando os métodos e tecnoloxías máis adecuadas, tanto tradicionais como innovadoras, coa finalidade de conseguir a maior eficacia dentro do respecto polo medio ambiente e a protección da seguridade e saúde dos traballadores e usuarios da obra pública
A3	Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria durante o desenvolvemento da profesión de Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos
A4	Coñecemento da historia da Enxeñaría Civil e capacitación para analizar e valorar as obras públicas en particular e a construción en xeral
A5	Coñecemento da profesión de Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos e das actividades que se poden realizar no eido da Enxeñaría Civil
A6	Aplicación das capacidades técnicas e xestoras en actividades de I+D+i dentro do eido da Enxeñaría Civil
A8	Utilización dos ordenadores para a resolución de problemas complexos de enxeñaría. Utilización de métodos e modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos e de intelixencia artificial no contexto das súas aplicacións na resolución de problemas do ámbito estrito da Enxeñaría Civil
A9	Capacidade para resolver numericamente os problemas matemáticos máis frecuentes na enxeñaría, desde a formulación do problema ata o desenvolvemento da formulación e a súa implementación nun programa de ordenador. En particular, capacidade para formular, programar e aplicar modelos numéricos avanzados de cálculo, así como capacidade para a interpretación dos resultados obtidos no contexto da enxeñaría civil, a mecánica computacional e/ou a enxeñaría matemática, entre outros
A11	Capacidade para documentarse, obter información e aplicar os coñecementos de materiais de construción en sistemas estruturais. Coñecementos da relación entre a estrutura dos materiais e as propiedades mecánicas que dela se derivan, incluíndo a caracterización microestrutural. Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar os métodos, procedementos e equipos que permiten a caracterización mecánica dos materiais, tanto experimentais como analíticos. Coñecementos teóricos e prácticos avanzados das propiedades dos materiais de construción máis utilizados en enxeñaría civil. Capacidade para a aplicación de novos materiais a problemas construtivos.
A17	Capacidade para analizar e comprender como as características das estruturas inflúen no seu comportamento, así como coñecer as tipoloxías máis usuais na Enxeñaría Civil. Capacidade para utilizar métodos tradicionais e numéricos de cálculo e deseño de todo tipo de estruturas de diferentes materiais, sometidas a esforzos diversos e en situacións de comportamentos mecánicos variados. Coñecemento das diferentes tipoloxías de pontes metálicas, de formigón e mixtas, o seu comportamento estrutural, os métodos de cálculo e os procedementos construtivos empregados
A18	Coñecemento teórico e práctico para a análise non lineal e dinámico estrutural, con especial fincapé na análise sísmica, mediante a aplicación dos métodos e programas de deseño e cálculo dinámico de estruturas por ordenador, a partir do coñecemento e comprensión das cargas dinámicas máis habituais e a súa aplicación ás tipoloxías estruturais da Enxeñaría Civil.
A19	Capacidade para definir a formulación do problema de deseño óptimo de estruturas, mediante a aplicación dos métodos de optimización lineal e non lineal máis habituais en diversas tipoloxías estruturais, incluíndo conceptos de análise de sensibilidade
A20	Coñecemento dos esquemas estruturais máis empregados en Enxeñaría Civil, e capacidade para analizar os antecedentes históricos e a súa evolución ao longo do tempo. Comprensión das interaccións entre as tipoloxías estruturais, os materiais de construción existentes en cada etapa histórica e os medios de cálculo utilizados.
A52	Coñecemento e comprensión dos diferentes estilos artísticos, en relación co contexto histórico, económico e social da súa época desenvolvendo a capacidade para apreciar e incluír condicionantes estéticos na obra civil.
B1	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser en gran medida autodirixido ou autónomo.
B2	Posuír e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación
B3	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornas novas ou pouco coñecidas dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
B4	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos
B5	Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.



B6	Resolver problemas de forma efectiva
B7	Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo
B8	Traballar de xeito autónomo con iniciativa
B9	Traballar de forma colaborativa
B11	Comunicarse de xeito efectivo nun ambiente de traballo
B12	Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma
B16	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse
B18	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade
B19	
C1	Reciclaxe continua de coñecementos nunha perspectiva xeral no eido global de actuación da Enxeñería Civil
C2	Comprender a importancia da innovación na profesión
C5	Comprensión da necesidade de actuar de forma enriquecedora sobre o medio ambiente contribuíndo ao desenvolvemento sostible
C8	Facilidade para a integración en equipos multidisciplinares
C9	Capacidade para organizar e planificar
C12	Capacidade de análise, síntese e estruturación da información e das ideas
C13	Claridade na formulación de hipóteses
C14	Capacidade de abstracción
C15	Capacidade de traballo persoal, organizado e planificado
C16	Capacidade de autoaprendizaxe mediante a inquietude por buscar e adquirir novos coñecementos, potenciando o uso das novas tecnoloxías da información
C17	Capacidade para enfrontarse a novas situacións
C20	Capacidade para aplicar coñecementos básicos na aprendizaxe de coñecementos tecnolóxicos e na súa posta en práctica
C21	Capacidade de realizar probas, ensaios e experimentos, analizando, sintetizando e interpretando os resultados

Learning outcomes			
Learning outcomes		Study programme competences	
		AC1	BC1 CC9
		AC2	BC2 CC13
		AC3	BC3 CC15
		AC4	BC4 CC21
		AC5	BC6
		AC6	BC7
		AC11	BC8
		AC17	BC9
		AC18	BC16
		AC52	BC19
		AC1	BC1 CC1
		AC2	BC2 CC2
		AC3	BC3 CC5
		AC6	BC4 CC9
		AC8	BC5 CC13
		AC9	BC6 CC15
		AC11	BC7 CC21
		AC17	BC8
		AC18	BC9
			BC18
			BC19



	AC1	BC1	CC1
	AC2	BC2	CC2
	AC3	BC3	CC5
	AC5	BC4	CC9
	AC6	BC5	CC13
	AC8	BC6	CC15
	AC9	BC7	CC21
	AC11	BC8	
	AC17	BC9	
	AC18	BC19	
	AC19		
	AC20		
	AC11	BC1	CC8
		BC2	CC9
		BC3	CC12
		BC4	CC14
		BC5	CC16
		BC6	CC17
		BC8	CC20
		BC9	
		BC11	
		BC12	

Contents	
Topic	Sub-topic
Tema S1. Acción sísmica e resposta sísmica das estruturas	Nocións de sismoloxía. Ondas sísmicas. Resposta lineal de sistemas con 1 GDL. Espectros de resposta sísmica e espectros de deseño. Sistemas de NGDL. Análise modal. Resposta espectral e temporal. Introducción ás normas NCSR-02, EC-8.
Tema S2. Ductilidade e resposta sísmica non lineal	Resposta non lineal de sistemas con NGDL. Ductilidade e dano. Espectros inelásticos de deseño. Análise temporal non lineal. Pushover. Normas NCSR-02, EC-8 e NCSP-07.
Tema S3. Análise sísmica cos programas SAP2000 e Abaqus	Aplicación na análise sísmica lineal e non lineal de estruturas de edificación, pasarelas, pontes e presas.
Tema S4. Deseño estrutural antisísmico	Vulnerabilidade e deseño antisísmico en edificios históricos. Sistemas de control activo e pasivo. Sistemas de aillamento da base e sistemas de amortiguación. Aplicación en edificios e pontes.
Tema S5. Interacción solo-estrutura e fluído-estrutura	Modelos simples de interacción e modelos mediante o MEF. Ecuacións acopladas do movemento. Aplicación en edificación, pontes e presas.
Tema A1. Enxeñaría do vento	Termodinámica e hidrodinámica da atmosfera. Perfil de vento en altura. Variables aleatorias relacionadas co vento. Modelos de turbulencia.
Tema A2. Aerodinámica en estruturas	Ecuacións básicas en aerodinámica. Forzas e coeficientes aerodinámicos. Exemplos de análises aerodinámicas en estruturas en enxeñaría civil.
Tema A3. Fenómenos aeroelásticos en estruturas	Flameo e bataneo de estruturas esbeltas en especial de pontes de gran van. Excitación por torbellinos, galope de cables. Diverxencia torsional.
Tema A4. Aerodinámica e aeroelasticidade experimental	Tipos de túneles de vento. PCTUVI software de control do túnel de vento. Ensaos aerodinámicos. Ensaos aeroelásticos.
Tema A5. Mecánica de fluídos computacional aplicada á análise aeroelástica de pontes	Ecuacións do fluxo. Mallado de modelos de fluxo arredor de seccións de taboleiros. Modelos de análise. Coeficientes aerodinámicos. Excitación por torbellinos. Funcións de flameo.



Planning				
Methodologies / tests	Competencies	Ordinary class hours	Student?s personal work hours	Total hours
Problem solving	A1 A2 A3 A5 A6 A8 A9 A11 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B6 B7 B8 B9 B19 B18 C9 C13 C15 C21	10	15	25
Laboratory practice	A1 A2 A3 A5 A6 A11 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B6 B7 B8 B9 B19 B18 C15 C21	10	10	20
Supervised projects	A1 A2 A3 A6 A8 A9 A11 A17 A18 A19 A20 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B18 C1 C2 C8 C9 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C20 C21	5	20	25
Guest lecture / keynote speech	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A8 A9 A17 A18 A52 B1 B2 B3 B4 B7 B8 B19 B16 C2 C5	16	24	40
Personalized attention		2.5	0	2.5
(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.				

Methodologies	
Methodologies	Description
Problem solving	Resolución guiada das prácticas analíticas e numéricas dos temas plantexados na materia.
Laboratory practice	Prácticas da análise símica e aeroelástica realizadas polos estudantes en colaboración cos profesores da materia no CITEEC.
Supervised projects	Prácticas analíticas e numéricas, plantexadas polos profesores ao longo do curso e que os estudantes deben resolver de forma autónoma tutorizada.
Guest lecture / keynote speech	Exposición dos contidos conceptuais dos temas da materia.

Personalized attention	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Os estudantes deberán resolver as dúbias que lles xurdan antes ou despois de que as prácticas de cada tema sexan resoltas na aula polos profesores da materia.
Problem solving	Do mesmo xeito, os estudantes poden resolver as dúbidas asociadas ás sesións maxistras, aos traballos tutelados, ou ás prácticas de laboratorio con calquera dos profesores da materia.
Laboratory practice	
Supervised projects	Os estudantes poden acudir a tutoría individualmente ou en grupo.

Assessment			
Methodologies	Competencies	Description	Qualification



Supervised projects	A1 A2 A3 A6 A8 A9 A11 A17 A18 A19 A20 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B18 C1 C2 C8 C9 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C20 C21	Os traballos tutelados plantexaranse ao longo do cuadrimestre de desenvolvemento da materia, e realizaranse e entregaranse por escrito por parte dos estudanetes, procedendo os profesores á súa corrección e publicación da cualificación de cada un dos traballos por separado.	100
---------------------	--	---	-----

Assessment comments

Sources of information

Basic	- (2002). NCSR-02. Norma de construción sismorresistente. Ministerio de fomento - (2007). NCSP-07. Norma de construción sismorresistente: Puentes. Ministerio de fomento - (2005). Eurocódigo 8: Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes. Reglas generales. Acciones sísmicas y requisitos generales de las estructuras. Parte 1.1. Aenor - Chopra, Anil K. (1995). Dynamic of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering. Prentice Hall - Inman J. (2001). Engineering Vibration. Prentice Hall - Ewins D.J. (2000). Modal Testing: Theory, Practice and Application. Research Studies - (2002). SAP2000: Integrated software for structural analysis and design. Analysis Reference Manual. CSI, Berkeley, USA - (2012). ABAQUS: Analysis manual. Simulia - Simiu E.; Scanlan R. H. (1996). Wind effects on structures. Jhon Weley & sons INC. - Jurado J. A.; Hernandez S.; Nieto F.; Mosquera A. (2011). Bridge Aeroelasticity, Sensitivity Analysis and Optimun Design. Wit press
Complementary	

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Bridges II/632514023
 Typology of Structures/632514027
 Structural Optimization/632514025
 Continuum Mechanics/632514002
 Structural Dynamics/632514024
 Bridges I/632514008

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus

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.