



Guía Docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Cálculo sísmico e aeroelástico de estruturas	Código	632514026	
Titulación	Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos			
Descritores				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	2º cuatrimestre	Primeiro	Optativa	4.5
Idioma	CastelánGalegoInglés			
Modalidade docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívicas e Aeronáuticas			
Coordinación	Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel	Correo electrónico	jose.angel.jurado@udc.es	
Profesorado	Fontan Perez, Arturo Norberto Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel Nieto Mouronte, Felix Romera Rodriguez, Luis Esteban	Correo electrónico	arturo.fontan@udc.es jose.angel.jurado@udc.es felix.nieto@udc.es l.romera@udc.es	
Web	campusvirtual.udc.gal			
Descrición xeral	<p>O obxectivo da materia é dotar ao alumno dos coñecementos teóricos e prácticos da análise sísmico e aeroelástico estrutural e aplicalo á comprobación e deseño de estruturas.</p> <p>No campo do cálculo sísmico preténdese introducir ao alumno na análise sísmico lineal e non lineal de estruturas mediante o estudo de casos prácticos; coñecer e aplicar as normativas sísmicas existentes (NCSR-02, NCSP-07 e EC-8); e formar ao alumno no uso e interpretación de programas de cálculo sísmico de estruturas (SAP2000 e ABAQUS) e no deseño de sistemas de illamento sísmico e de amortiguación.</p> <p>No campo do análise aeroelástico de estruturas pretendese introducir o alumnado na enxeñaría do vento, estudando a aerodinámica e a aeroelasticidade de estruturas civís en especial de pontes, usando métodos experimentales e computacionais.</p>			

Competencias / Resultados do título	
Código	Competencias / Resultados do título
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 enxeñería, 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 enxeñería civil, a mecánica computacional e/ou a enxeñería 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 enxeñería 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 Enxeñaría 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

Resultados da aprendizaxe			
Resultados de aprendizaxe	Competencias / Resultados do título		
Capacidade para comprobar e deseñar estruturas coa resistencia sísmica axeitada mediante a aplicación das normativas sísmicas correspondentes. No ámbito da aeroelasticidade, capacidade para determinar o comportamento estrutural fronte a fenómenos dinámicos xerados pola acción do vento.	AM1 AM2 AM3 AM4 AM5 AM6 AM11 AM17 AM18 AM52	BM1 BM2 BM3 BM4 BM6 BM7 BM8 BM9 BM16 BM19	CM9 CM13 CM15 CM21
Capacidade para realizar cálculos sísmicos e aeroelásticos mediante programas de ordenador, verificando os modelos desenvolvidos e os resultados obtidos.	AM1 AM2 AM3 AM6 AM8 AM9 AM11 AM17 AM18	BM1 BM2 BM3 BM4 BM5 BM6 BM7 BM8 BM9 BM18 BM19	CM1 CM2 CM5 CM9 CM13 CM15 CM21
Capacidade para deseñar sistemas de illamento e amortiguación de estruturas, así como elementos que melloren o comportamento aeroelástico de estruturas fronte ás cargas de vento.	AM1 AM2 AM3 AM5 AM6 AM8 AM9 AM11 AM17 AM18 AM19 AM20	BM1 BM2 BM3 BM4 BM5 BM6 BM7 BM8 BM9 BM19	CM1 CM2 CM5 CM9 CM13 CM15 CM21



Capacidade para investigar.	AM11	BM1 BM2 BM3 BM4 BM5 BM6 BM8 BM9 BM11 BM12	CM8 CM9 CM12 CM14 CM16 CM17 CM20
-----------------------------	------	--	--

Contidos	
Temas	Subtemas
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 tableiros. Modelos de análise. Coeficientes aerodinámicos. Excitación por torbellinos. Funcións de flameo.

Planificación				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Solución de problemas	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



Prácticas de laboratorio	A1 A2 A3 A5 A6 A11 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B6 B7 B8 B9 B19 B18 C15 C21	10	10	20
Traballos tutelados	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
Sesión maxistral	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A8 A9 A17 A18 A52 B1 B2 B3 B4 B7 B8 B19 B16 C2 C5	16	24	40
Atención personalizada		2.5	0	2.5

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Solución de problemas	Resolución guiada das prácticas analíticas e numéricas dos temas plantexados na materia.
Prácticas de laboratorio	Prácticas da análise sísmica e aeroelástica realizadas polos estudantes en colaboración cos profesores da materia no CITEEC.
Traballos tutelados	Prácticas analíticas e numéricas, plantexadas polos profesores ao longo do curso e que os estudantes deben resolver de forma autónoma titorizada.
Sesión maxistral	Exposición dos contidos conceptuais dos temas da materia.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Os estudantes deberán resolver as dúbidas que lles xurdan antes ou despois de que as prácticas de cada tema sexan resoltas na aula polos profesores da materia.
Solución de problemas	Do mesmo xeito, os estudantes poden resolver as dúbidas asociadas ás sesións maxistrais, aos traballos tutelados, ou ás prácticas de laboratorio con calquera dos profesores da materia.
Prácticas de laboratorio	Os estudantes poden acudir a titoría individualmente ou en grupo.
Traballos tutelados	

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Traballos tutelados	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 consisten en diversas actividades como estudo de artigos, exercicios de cálculo, prácticas de laboratorio, etc. Algúns destes traballos serán entregados e outros serán presentados oralmente na clase. Cada actividade ten un valor proporcional ao tempo que tarda en realizala.	100

Observacións avaliación
-------------------------



As actividades descritas nos traballos tutelados, así como a asistencia e participación nas sesións serán avaliadas durante o curso. Para aprobar é necesario obter unha nota mínima de 4 sobre 10 en cada unha das dúas partes en que se divide a materia: análise sísmica e análise aeroelástica.

## Fontes de información

<b>Bibliografía básica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- (2002). NCSR-02. Norma de construción sismorresistente. Ministerio de fomento</li><li>- (2007). NCSP-07. Norma de construción sismorresistente: Puentes. Ministerio de fomento</li><li>- (2005). Eurocódigo 8: Disposicións para o proxecto de estruturas sismorresistentes. Reglas xerais. Accións sísmicas e requisitos xerais das estruturas. Parte 1.1. Aenor</li><li>- Chopra, Anil K. (1995). Dynamic of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering. Prentice Hall</li><li>- Inman J. (2001). Engineering Vibration. Prentice Hall</li><li>- Ewins D.J. (2000). Modal Testing: Theory, Practice and Application. Research Studies</li><li>- (2002). SAP2000: Integrated software for structural analysis and design. Analysis Reference Manual. CSI, Berkeley, USA</li><li>- (2012). ABAQUS: Analysis manual. Simulia</li><li>- Simiu E.; Scanlan R. H. (1996). Wind effects on structures. Jhon Weley &amp; sons INC.</li><li>- Jurado J. A.; Hernandez S.; Nieto F.; Mosquera A. (2011). Bridge Aeroelasticity, Sensitivity Analysis and Optimum Design. Wit press</li><li>- John D. Anderson (2001). Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill</li><li>- John D. Anderson (1995). Computational FLuid Dynamics. McGraw-Hill</li></ul>
<b>Bibliografía complementaria</b>	

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Pontes II/632514023  
Tipoloxía de estruturas/632514027  
Deseño óptimo de estruturas/632514025  
Mecánica de medios continuos/632514002  
Cálculo dinámico de estruturas/632514024  
Pontes I/632514008

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

### Materias que continúan o temario

### Observacións

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías