English version at the end of this document

Ano Letivo	2021-22
Unidade Curricular	ANÁLISE DE ESTRUTURAS I
Cursos	ENGENHARIA CIVIL (1.º ciclo)
Unidade Orgânica	Instituto Superior de Engenharia
Código da Unidade Curricular	14491021
Área Científica	ESTRUTURAS
Sigla	
Código CNAEF (3 dígitos)	582
Contributo para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS (Indicar até 3 objetivos)	4 9 11

Línguas de Aprendizagem

Português.

Modalidade de ensino

Ensino presencial.

Docente Responsável João Manuel Carvalho Estevão

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
João Manuel Carvalho Estevão	OT; PL; T	T1; PL1; OT1; OT2	30T; 22.5PL; 30OT
Rui Carlos Gonçalves Graça e Costa	PL	PL2	22.5PL

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
2º	S2	30T; 22.5PL; 15OT	140	5

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Estática.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se com esta unidade curricular iniciar os alunos no estudo da Análise de Estruturas, designadamente no cálculo de esforços e deslocamentos em estruturas estaticamente indeterminadas, com recurso ao Princípio dos Trabalhos Virtuais e ao Método das Forças, e no estudo do comportamento fisicamente não linear (comportamento rígido-plástico e elástico-perfeitamente plástico), assim como introduzir o tema da análise sísmica simplificada, tendo em vista o enquadramento nos métodos de análise de estruturas estabelecidos nos Eurocódigos Estruturais.

Conteúdos programáticos

Evolução dos sistemas estruturais ao longo da história. Cálculo de deslocamentos em estruturas isostáticas. Energia de deformação. Teoremas de Betti e Maxwell. Princípio dos trabalhos virtuais. Método da carga unitária. Método das forças. Cálculo de esforços e reações de apoio: cargas de vão e nodais, variações de temperatura, assentamentos de apoio e apoios flexíveis. Teoremas cinemático, estático e da unicidade. Análise elástica-perfeitamente plástica -incremental. Análise rígida-plástica. Oscilador linear de 1 GDL: rigidez, frequência e período natural de vibração, amortecimento, amplificação e ressonância. Equação de movimento. Oscilador linear de vários GDL. Frequência fundamental. Espectro de resposta. Coeficiente de comportamento. Análise sísmica de estruturas regulares recorrendo ao método de Rayleigh. Enquadramento no Eurocódigo 8 (EC8). Linhas de influência. Simplificações de simetria em estruturas simétricas.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Para mobilizar a atenção e o empenho dos alunos ao longo do semestre, no final de cada aula prática de resolução de problemas será proposto um problema para resolução autónoma (relativo ao qual os alunos possuem a solução final, não a resolução). As aulas tutoriais previstas destinam-se, essencialmente, aos alunos que não atingirem a solução de forma autónoma. Nas aulas de orientação tutorial, os alunos serão divididos em alguns grupos, que compartilharão, em conjunto, o mesmo espaço de sala de aula onde são debatidas as resoluções dos problemas propostos, com orientação dos docentes, mas visando a autonomização das aprendizagens. A avaliação realizada ao longo do funcionamento da UC é composta por cinco mini-testes (MT) e um teste final (AF). MF=0.25xMT+0.75xAF. A nota mínima do teste final é igual a AF>=8. Para os alunos com média MF<10, será realizado um exame final.

Bibliografia principal

Ghali, A.; Neville, A.M.; Brown, T.H. (2003) - Structural Analysis. A unified classical and matrix approach, 5th edition, Spon Press.

West, H. H.; Geschwindner, L.F. (2002) - Fundamentals of structural analysis, 2nd edition, John Willey & Sons, Inc.

Studer, Marc-André; Frey, F. (1997) - Introduction à l´Analyse des Structures, Presses Polytechniques et Universitairs Romandes.

Lopes, M. (2008) - Sismos e Edifícios, Edições Orion.

IPQ (2009) - NP EN 1990. Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas. Portugal.

IPQ (2009) - NP EN 1991-1-1. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-1: Acções gerais. Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios. Portugal.

IPQ (2010) - NP EN 1991-1-5. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-5: Acções térmicas. Portugal.

IPQ (2010) - NP EN 1998-1. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios. Portugal.

Academic Year	2021-22
Course unit	STRUCTURAL ANALYSIS I
Courses	CIVIL ENGINEERING (1st Cycle)
Faculty / School	INSTITUTE OF ENGINEERING
Main Scientific Area	
Acronym	
CNAEF code (3 digits)	582
Contribution to Sustainable Development Goals - SGD (Designate up to 3 objectives)	4 9 11
Language of instruction	Portuguese. Tests and exams may be in English or Spanish for foreign students.

Teaching/Learning modality

Face-to-face course.

Coordinating teacher João Manuel Carvalho Estevão

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
João Manuel Carvalho Estevão	OT; PL; T	T1; PL1; OT1; OT2	30T; 22.5PL; 30OT
Rui Carlos Gonçalves Graça e Costa	PL	PL2	22.5PL

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	0	22.5	0	0	0	15	0	140

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Statics.

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

The main objective of this course is to initiate students to the fundamentals of Theory of Structures, namely to the determination of support reactions, internal forces and displacements in statically indeterminate structures, using the principle of virtual work and force method of analysis. Moreover, an introduction to non linear material behaviour (rigid-plastic analysis and incremental elastic-perfectly plastic analysis) and a simplified seismic structural analysis is also presented in the context of Eurocodes principles and rules.

Syllabus

Brief history of structural systems. Displacement assessment in statically determinate structures. Strain energy. Principle of virtual work (PVW). Betti and Maxwell theorems. Force method of analysis. Determination of support reactions and internal forces in result of: member and nodal loads, temperature variation, support settlement and flexible supports. Kinematic, static and uniqueness theorems. Rigid-plastic analysis and incremental elastic-perfectly plastic analysis of framed structures. Single-degree-of-freedom linear oscillator: stiffness, frequency and natural vibration period, damping and resonance. Equations of motion. Multiple-degree-of-freedom linear oscillator. Fundamental frequency. Response spectrum. Behaviour factor. Seismic structural analysis of regular structures using simplified Rayleigh method. Eurocode 8 context. Influence lines. Symmetry simplifications.

Teaching methodologies (including evaluation)

To capture student attention and commitment during the course, at the end of each class a small practical problem is presented, and each student must solve it by himself (they have the problem final solution results, but not the resolution). Tutorial classes are mostly for students that were unable to find the correct solution. In tutorial classes, students are divided in several groups that will share the same classroom were the problems are discussed with the guidance of the teachers. The evaluation is composed by five mini-tests (MT) and a final test (AF between 0 and 20). MF=0.25xMT+0.75xAF. The minimum grade in the final test is AF>=8. There will be a final exam if mean MF<10.

Main Bibliography

Ghali, A.; Neville, A.M.; Brown, T.H. (2003) - Structural Analysis. A unified classical and matrix approach, 5th edition, Spon Press.

West, H. H.; Geschwindner, L.F. (2002) - Fundamentals of structural analysis, 2nd edition, John Willey & Sons, Inc.

Studer, Marc-André; Frey, F. (1997) - Introduction à l´Analyse des Structures, Presses Polytechniques et Universitairs Romandes.

Lopes, M. (2008) - Sismos e Edifícios, Edições Orion.

IPQ (2009) - NP EN 1990. Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas. Portugal.

IPQ (2009) - NP EN 1991-1-1. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-1: Acções gerais. Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios. Portugal.

IPQ (2010) - NP EN 1991-1-5. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-5: Acções térmicas. Portugal.

IPQ (2010) - NP EN 1998-1. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios. Portugal.