

---

**Ano Letivo** 2020-21

---

**Unidade Curricular** MECÂNICA DOS SOLOS

---

**Cursos** ENGENHARIA CIVIL (1.º ciclo)

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 14491022

---

**Área Científica** GEOTECNIA E HIDRÁULICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português - PT

---

**Modalidade de ensino** Presencial

---

**Docente Responsável** Elisa Maria de Jesus da Silva

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Elisa Maria de Jesus da Silva	T	T1	30T
José Manuel de Brito Viegas	OT; PL; TP	TP1; TP2; PL1; PL2; OT1; OT2	30TP; 30PL; 30OT

\* 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; 15TP; 15PL; 15OT	140	5

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

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Ensinos ministrados nas UC's de Geologia de Engenharia I e Geologia de Engenharia II, nomeadamente, a identificação e classificação de solos, e grandezas básicas.

#### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

A partir dos ensinamentos transmitidos, o aluno fica habilitado a:

- i) distinguir os diferentes tipos de solos, identificando-os e classificando-os;
- ii) determinar grandezas básicas e tensões em repouso nos maciços terrosos;
- iii) definir os parâmetros de compactação dos solos e avaliar a qualidade dos trabalhos de compactação;
- iv) avaliar caudais de percolação e tensões em maciços terrosos sujeitos a escoamento unidirecional e bidimensional permanente;
- v) calcular assentamentos de solos argilosos saturados, por consolidação hidrodinâmica e secundária, e a sua evolução no tempo;
- vi) distinguir as diferenças entre resistência drenada e não drenada;
- vii) interpretar os resultados de ensaios de laboratório e a avaliar os parâmetros de resistência ao corte dos solos em condições drenadas e não drenadas;
- viii) compreender e utilizar a informação bibliográfica no domínio da geotecnia, com capacidade para integrar as diferentes fontes de informação.

### **Conteúdos programáticos**

1. Origem e formação dos solos. Propriedades básicas, identificação e classificação.
  2. Compactação de solos. Ensaio tipo Proctor. Compactação no campo. Equipamentos de compactação. Controlo da compactação.
  3. Princípio da tensão efetiva. Estado de tensão de repouso.
  4. Permeabilidade e percolação em meios porosos. Lei de Darcy. Coeficiente de permeabilidade. Percolação unidirecional e bidimensional. Força de percolação. Instabilidade de origem hidráulica. Filtros. Capilaridade.
  5. Consolidação de estratos confinados de argila. Assentamentos por consolidação primária. Teoria da consolidação de Terzaghi. Consolidação secundária. Aceleração da consolidação.
  6. Critérios de rotura de Mohr-Coulomb e de Tresca. Ensaio de corte direto, triaxial e compressão simples. Resistência ao corte de areias. Liquefação. Resistência ao corte de argilas. Carregamentos drenados e não drenados. Parâmetros de resistência em tensões efetivas. Parâmetros de pressões neutras. Resistência não drenada.
- 

### **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

Os conteúdos programáticos foram definidos em função dos objetivos e competências a serem adquiridas pelos estudantes. A abordagem integrada e progressiva do programa da UC permitirá que os alunos desenvolvam os conhecimentos e as competências previstas nos objetivos, garantindo-se a coerência com os conteúdos programáticos.

Os objetivos i) e ii) serão atingidos com o cap. 1. O objetivo iii) será cumprido com o cap. 2. O objetivo iv) será cumprido com os cap. 3 e 4. O objetivo v) será cumprido com o cap. 5. Os objetivos vi) e vii) serão cumpridos com o cap. 6. O objetivo viii) será atingido com os cap. 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

---

### **Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

Aulas teóricas com a exposição de conceitos e princípios fundamentais. Aulas teórico-práticas com a resolução de exercícios de aplicação. Aulas práticas com a apresentação e realização de ensaios laboratoriais, interpretação e tratamento de resultados. Aulas de orientação tutorial com apoio à resolução de problemas.

O regime de avaliação é por frequência e exame:

A avaliação por frequência consistirá na realização de quatro trabalhos práticos opcionais (TP1, TP2, TP3 e TP4) e um teste final (TF), sendo todas as componentes da avaliação expressas de 0 a 20 valores.

A classificação final (CF) é obtida pela expressão  $CF=0.25(0.2TP1+0.2TP2+0.3TP3+0.3TP4)+0.75TF$  (desde que  $TF \geq 9$  valores). Quando os alunos não efetuarem os trabalhos práticos opcionais,  $CF=TF$ .

Se  $CF < 10$  valores, será realizado um exame final (EF). O aluno obtém aprovação quando  $CF \geq 9,5$  valores.

As classificações finais superiores a 16 valores terão de ser defendidas em prova oral.

---

### **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

As metodologias de ensino visam o desenvolvimento integrado nos estudantes dos conhecimentos indicados nos conteúdos programáticos e a concretização dos objetivos e competências estabelecidas.

Em primeiro lugar, nas aulas teóricas, são ministrados os conceitos e princípios fundamentais da mecânica dos solos, que traduzem e explicam o comportamento mecânico e hidráulico dos maciços terrosos e do material solo em obras de engenharia.

Os estudantes são incentivados a: Calcular as grandezas básicas dos solos. Calcular o estado de tensão de repouso. Calcular as grandezas hidráulicas e o estado de tensão nos solos sujeitos a escoamentos uni e bidimensionais permanentes. Calcular o assentamento por consolidação primária e secundária em estratos de argila confinados, e a sua evolução no tempo. Calcular os parâmetros de resistência ao corte em tensões efetivas e em tensões totais a partir de resultados de ensaios laboratoriais.

---

### **Bibliografia principal**

- Apontamentos e diapositivos das aulas teóricas
- Caderno de exercícios para as aulas teórico-práticas
- Braja, M. Das; "Principles of geotechnical engineering", Third Edition, Southern Illinois University at Carbondel, PWS Publishing Company, Boston, 1987
- Craig, R. F.; "Soil Mechanics", Sixth Edition, E & FN Spon, An Imprint of Chapman & Hall, 1997
- Gomes Correia, A.; "Ensaio para controlo de terraplenagens", LNEC, Lisboa, 1987
- Maranha das Neves, E.; "Mecânica dos Estados Críticos: Solos Saturados e Não Saturados". Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia, IST Press, 2016
- Matos Fernandes, M.; "Mecânica dos Solos. Conceitos e Princípios Fundamentais", Vol. 1, Edições FEUP, 2006
- Matos Fernandes, M.; "Mecânica dos Solos. Introdução à Engenharia Geotécnica", Vol. 2, Edições FEUP, 2011

**Academic Year** 2020-21

**Course unit** SOIL MECHANICS

**Courses** CIVIL ENGINEERING (1st Cycle)

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area**

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese - PT. The written assessments may be held in English or Spanish for foreign students.

**Teaching/Learning modality** Classroom training

**Coordinating teacher** Elisa Maria de Jesus da Silva

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Elisa Maria de Jesus da Silva	T	T1	30T
José Manuel de Brito Viegas	OT; PL; TP	TP1; TP2; PL1; PL2; OT1; OT2	30TP; 30PL; 30OT

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

**Contact hours**

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	15	15	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**

Geologia de Engenharia I (Engineering Geology I) and Geologia de Engenharia II (Engineering Geology II)

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

Upon completion of the course, the student should be able to:

- i) Identify soil origins, soil categories, and how soils are classified;
- ii) Calculate the physical characteristics and the at rest stress state;
- iii) Define the soil compaction parameters and evaluate the quality of the compaction work;
- iv) Calculate the hydraulic quantities and the soil stress state for 1D and 2D flow;
- v) Calculate the consolidation settlement (primary and secondary) and its evolution in time;
- vi) Understanding the differences between drained and undrained shear strength;
- vii) Calculate the strength parameters in effective stresses and total stresses from the results of lab shear tests.
- viii) Understanding and use the bibliographic information in the field of geotechnical engineering, with the ability to integrate different sources of information.

## Syllabus

1. Origin of soils and its formation. Physical properties. Soil classification.
  2. Compaction. Proctor test. Control of the compaction in the field. Equipment.
  3. Effective stress principle. At rest stress state. Stress with depth.
  4. Permeability and seepage. Darcy's law. Coefficient of permeability. Laboratory and *in situ* tests. Two-dimensional flow nets. Seepage force. Quick condition and critical hydraulic gradient. Piping and heaving. Filters. Capillarity.
  5. Compressibility of soil. Oedometer test. Parameters defining soil compressibility. Estimation of the consolidation settlement. Terzaghi theory for vertical consolidation. Secondary consolidation. Methods of acceleration of the consolidation rate.
  6. Mohr-Coulomb and Tresca yield criteria. Shear strength of sands. Soil liquefaction. Shear strength of clays. Drained and undrained loading. Effective stress shear strength parameters. Pore pressure parameters. Undrained shear strength of clays.
- 

## Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The integrated and progressive approach of the CU's program will allow students to grow knowledge and skills foreseen on the objectives, ensuring consistency between the course contents.

The objectives i) and ii) will be achieved with the chapter 1. The objective iii) will be fulfilled with the chapter 2. The objective iv) will be fulfilled with the chapters 3 and 4. The objective v) will be fulfilled with the chapter 5. The objectives vi) and vii) will be fulfilled with the chapter 6. The objective viii) will be fulfilled with the chapters 1, 2, 3, 4, 5 and 6.

---

## Teaching methodologies (including evaluation)

Lectures for the presentation of the concepts and principles. Practical lectures where the teacher complements the theoretical teaching, solving some exercises and encouraging students to solve another. Practical sessions for the observation of laboratory tests and the treatment of experimental data. Tutorials classes for the resolution of proposed problem sheets.

The final grade is based on the results of the evaluation performed in the practical classes during the semester (consisting of one test and four practical works), plus the final exam (EF).

The final grade (CF), on a 0 to 20 scale, is obtained by the expression  $CF = 0.25 (0.2TP1 + 0.2TP2 + 0.3TP3 + 0.3TP4) + 0.75TF$  (since  $TF > 9$  values). If students do not do the optional practical assignments,  $CF = TF$ .

The student can get approval through a final written exam (EF), if  $EF \geq 9,5$ .

To classification values above 16 will be an oral exam.

---

## Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

Teaching and learning methods aim the knowledge of the contents referred to in the syllabus, reaching the targeted goals and competencies.

Basic concepts, principles and fundamental theories that describe and explaining the mechanical and hydraulic behavior of soil masses are first introduced and thereafter illustrated with examples. Students are encouraged to calculate the physical properties of soils. Calculate the at rest stress state. Calculate the hydraulic quantities and the soil stress state for 1D and 2D flow. For clay strata loaded under confined conditions, calculate the primary and secondary consolidation settlement, and its evolution in time. Calculate the strength parameters in effective stresses and total stresses from the results of lab shear tests.

### Main Bibliography

- Teacher notes and theoretical lessons slides
- Workbook for practical classes
- Braja, M. Das, "Principles of geotechnical engineering", Third Edition, Southern Illinois University at Carbondel, PWS Publishing Company, Boston, 1987
- Craig, R. F., "Soil Mechanics",. Sixth Edition, E & FN Spon, An Imprint of Chapman & Hall, 1997
- Gomes Correia, A.; "Ensaio para controlo de terraplenagens", LNEC, Lisboa, 1987
- Maranha das Neves, E.; "Mecânica dos Estados Críticos: Solos Saturados e Não Saturados". Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia, IST Press, 2016
- Matos Fernandes, M.; "Mecânica dos Solos. Conceitos e Princípios Fundamentais", Vol.1, Edições FEUP, 2006
- Matos Fernandes, M.; "Mecânica dos Solos. Introdução à Engenharia Geotécnica", Vol. 2, Edições FEUP, 2011