



Guia docent

330414 - ET - Enginyeria del Terreny

Última modificació: 04/05/2023

Unitat responsable: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
Unitat que imparteix: 750 - EMIT - Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA MINERA (Pla 2016). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA DE RECURSOS MINERALS I EL SEU RECICLATGE (Pla 2021). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: Parcerisa Duocastella, David

Altres:

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. Coneixement de geotècnia i mecànica de sòls i roques.

Transversals:

- ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.
- TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.
- APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
- TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

METODOLOGIES DOCENTS

Les hores d'aprenentatge dirigit consisteixen, d'una banda, en la resolució d'una problemàtica en petit grup amb l'assistència del professorat i dels apunts de classe i de l'altre un treball individual de cerca d'informació sobre algun dels continguts de l'assignatura (habitualment cerca d'informació relativa a les Unitats Geotècniques del Pla de Barcelona). Totes aquestes activitats seran avaluades per entrega i correcció d'un informe.

Les pràctiques es realitzen al laboratori, al camp, a l'aula d'informàtica i l'aula de teoria segons el tipus d'activitat a realitzar, en totes elles hi haurà assistència del professorat i cal entregar un informe el qual és corregit i qualificat.

Les classes teòriques consisteixen essencialment en exposicions magistrals amb Power Point fomentant en la mesura del possible la participació activa de l'alumnat mitjançant el plantejament de qüestions referents a la classe exposada durant el desenvolupament d'aquesta. Tots els arxius Power Point exposats a classe estaran disponibles en format PDF al campus virtual ATENEA per consulta dels alumnes.



OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura d'Enginyeria del terreny, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Entendre què és un sòl (cohesiu i granular) i una roca des d'un punt de vista enginyeril i com interactuen amb l'activitat humana.
- Dominar els conceptes bàsics de la Mecànica de Sòls i Roques, com ara, la granulometria, plasticitat i consolidació dels sòls, la resistència al tall i a la compressió de sòls cohesius i roques, l'anàlisi de discontinuïtats i la caracterització de massissos rocosos.
- Saber com funcionen els principals assaigs de caracterització geotècnica in situ i a laboratori.
- Adquirir un coneixement bàsic sobre les Unitats Geotècniques del Pla de Barcelona.
- Adquirir un coneixement bàsic de les principals aplicacions de l'Enginyeria del Terreny (càlcul d'assentaments, estabilitat de talussos...).

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup mitjà	60,0	40.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Títol del contingut 1: Introducció a la geotècnica

Descripció:

En aquest contingut es treballa:
Definicions bàsiques de la geotècnica.
Concepte de sòl i roca des d'un punt de vista enginyeril i geològic, diferències.
Concepte d'unitat geotècnica.
Exemples de com l'activitat humana interactua amb el terreny.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Comprendre què és un sòl i una roca des del punt de vista enginyeril i geològic.
2. Comprendre el concepte d'Unitat Geotècnica.

Activitats vinculades:

Activitat 6

Dedicació: 7h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 5h



Títol del contingut 2: Mecànica de roques

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

El concepte de roca i de massís rocós des del punt de vista enginyeril i com l'origen geològic d'una roca pot controlar-ne el seu comportament geotècnic.

L'assaig de compressió simple, la resistència al tall i el cercle de Mohr.

Anàlisi de discontinuïtats, orientació i resistència al tall en funció de la seva rugositat i alteració.

Caracterització d'un massís rocós.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Entendre què són l'estat d'esforços, els esforços principals i la llei de tensions en roques.
2. Dominar l'equació de Mohr-Coulomb i el cercle de Mohr.
3. Entendre els conceptes bàsics de la projecció estereogràfica de plans i línies.
4. Entendre com la rugositat i alteració d'una discontinuïtat modifiquen la resistència al tall del material.
5. Calcular l'índex RQD en un sondeig i en un massís rocós.
6. Dominar les classificacions geotècniques de massissos rocosos (Terzaghi, RMR i GSI).

Activitats vinculades:

Activitats 1, 2, 3, 4, 5 i 6

Dedicació: 45h

Grup mitjà/Pràctiques: 10h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 25h

Títol del contingut 3: Mecànica de sòls

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

El concepte de sòl granular i sòl cohesiu, com es caracteritzen, els seus paràmetres bàsics i la seva classificació.

Com es comporta un sòl sota l'acció d'un esforç dirigit i l'assaig de consolidació.

La relació entre els esforços principals del sòl.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Entendre què són l'estat d'esforços, els esforços principals i la llei de tensions en sòls secs, humits i saturats.
2. Comprendre els paràmetres bàsics del sòl (porositat, pes específic, humitat, granulometria, plasticitat...).
3. Classificar un sòl segons la USCS.
4. Entendre el funcionament de l'assaig de consolidació i les equacions que se'n deriven.
5. Entendre la resistència al tall en sòls i l'assaig de tall directe.

Activitats vinculades:

Activitats 1, 2, 3, 4, 5 i 6

Dedicació: 45h

Grup mitjà/Pràctiques: 10h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 25h



Títol del contingut 4: Assaigs geotècnics i sondeigs

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

Com es realitza un sondeig geotècnic i com es fa una presa de mostres correcta segons el tipus d'assaigs que s'haurà de realitzar sobre la mostra.

Els assaigs geotècnics que no s'han vist en els continguts anteriors amb especial atenció als assaigs d'auscultació del terreny.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Entendre com es realitza un sondeig tant a testimoni continu com a destrossa, com es fa un mostreig de mostra inalterada i alterada i el significat i càlcul de l'assaig SPT amb sondeig o amb penetròmetre.
2. Què són els assaigs d'auscultació del terreny. Funcionament i comprensió de resultats en assaigs inclinomètrics, extensomètrics, en cèl·lules de pressió i en extensímetres.

Activitats vinculades:

Activitats 2, 4, 5 i 6

Dedicació: 23h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 15h

Títol del contingut 5: Unitats geotècniques del Pla de Barcelona

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

Les principals unitats geotècniques del Pla de Barcelona.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant tindrà un coneixement bàsic de la morfologia i principals característiques d'algunes de les Unitats Geotècniques del subsòl del Pla de Barcelona (diferents materials del Paleozoic, Buntsandstein, Miocè continental i deltaic, Pliocè i diferents materials del Quaternari del delta del Llobregat).

Activitats vinculades:

Activitats 5 i 6

Dedicació: 7h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 5h



Títol del contingut 6: Principals aplicacions de l'Enginyeria del Terreny

Descripció:

En aquest contingut es treballa:

Coneixement d'aplicacions específiques de l'Enginyeria del Terreny com ara el càlcul d'assentaments, càlcul d'estabilitat de talussos en sòls i en massissos rocosos o consolidació de terraplens.

Objectius específics:

En acabar aquest tema, l'estudiant serà capaç de:

1. Entendre les forces estabilitzadores i desestabilitzadores que governen l'estabilitat dels talussos i el concepte de factor de seguretat.
2. Realitzar l'anàlisi d'estabilitat de talussos en massissos rocosos mitjançant projecció estereogràfica.
3. Calcular assentaments en sòls sotmesos a un increment de càrrega vertical.
4. Comprendre com es desenvolupa la consolidació d'un terraplè i com es controla que aquesta consolidació s'assoleixi de forma correcta.

Activitats vinculades:

Activitats 4 i 6

Dedicació: 23h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 15h

ACTIVITATS

Títol de l'activitat 1: Pràctiques de laboratori

Descripció:

Pràctica de laboratori que es desenvolupa en petits grups de 2 o 3 persones. Al laboratori es duen a terme diverses activitats relacionades amb els continguts de la matèria:

- Pràctica 1. Es realitza una petita introducció de les tasques a desenvolupar i després els alumnes procedeixen a realitzar la testificació completa d'un sondeig de testimoni continu identificant les diferents unitats geotècniques i descrivint els materials que el formen. Durant la pràctica el professorat assisteix els alumnes en els seus dubtes. La pràctica es fa al laboratori d'Explotació de Mines.
- Pràctica 2. Al laboratori es duen a terme correlativament 4 assaigs diferents: compressió simple de roques, granulometria de sòls granulars i plasticitat (límit líquid i límit plàstic) de sòls cohesius. El professorat realitza una breu introducció explicant el que es farà i a continuació assisteix als alumnes en els seus dubtes. La pràctica es fa al laboratori d'Explotació de Mines.

Objectius específics:

En finalitzar la pràctica l'estudiant ha de ser capaç de:

- Descriure unitats geotècniques de sòl i roca en un sondeig de testimoni continu.
- Saber reconèixer les diferents granulometries dels sòls amb criteris de camp.
- Saber omplir una plantilla de sondeigs.
- Comprendre els resultats dels assaigs de compressió simple, plasticitat i granulometria.
- Analitzar resultats i comprendre com varien en funció de les característiques de les mostres assajades.
- Reflectir els resultats en una plantilla de testificació de sondeigs.

Material:

- Pràctica 1. Material per reconeixement de materials i descripció (lupa, cinta mètrica, àcid clorhídric al 10%). Plantilla de testificació disponible al campus virtual ATENEA.
- Pràctica 2. Tots els aparells necessaris per a fer els diferents assaigs els quals ja estan a disposició dels alumnes al laboratori. Bates blanques. Guió de la pràctica disponible al campus virtual ATENEA.

Lliurament:

- Pràctica 1. S'entrega la fulla de testificació degudament omplerta al mateix temps que l'informe de la pràctica 2 i el professorat la retorna corregida. Representa 1/5 part de la nota de pràctiques (Nep).
- Pràctica 2. Els alumnes entreguen els resultats al final de la pràctica. El professor penja les dades de tots els grups a l'ATENEA i els alumnes han de realitzar un informe i extreure conclusions a partir de les dades de tothom comparant les diferents mostres assajades. Alguna de les mostres prové del sondeig de la Pràctica 1 i, per tant, cal projectar les dades obtingudes a la plantilla de testificació de la Pràctica 1 abans d'entregar-la. S'entrega al cap d'un mes i es retorna corregit. Representa 1/5 part de la nota de pràctiques (Nep).

Dedicació: 12h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 6h



Títol de l'activitat 2: Sortida de camp

Descripció:

Es realitza una visita a una o diverses obres geotècniques i s'analitzen diversos aspectes d'aquesta: plantejament d'un informe geotècnic, com s'han caracteritzat les diferents unitats geotècniques, si l'obra ho permet es veu in situ com es realitza un sondeig, o un penetròmetre o un SPT.

Objectius específics:

En finalitzar la pràctica l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre la realitat d'un informe geotècnic real, com cal plantejar-lo sobre el terreny.
- Comprendre el funcionament d'algun assaig de camp (segons la obra a visitar).
- Relacionar com el tipus de terreny pot influenciar el disseny de qualsevol obra.

Material:

Llibreta de camp per prendre apunts. Es facilitaran les indicacions d'accés a l'obra a través del campus virtual ATENEA.

Lliurament:

Els alumnes entreguen un informe de la sortida resumint els coneixements adquirits, tenen un mes per elaborar u entregar l'informe. Representa 1/5 part de la nota de pràctiques (Nep).

Dedicació: 10h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 4h

Títol de l'activitat 3: Avaluació continuada: Qüestionari sobre els continguts 2 i 3

Descripció:

Es realitza un qüestionari avaluador dels continguts 2 i 3. Es poden consultar els apunts i el professorat respon els possibles dubtes dels alumnes.

Objectius específics:

En finalitzar l'activitat dirigida l'estudiant ha de ser capaç d'analitzar i resoldre qüestions relatives als continguts 2 i 3.

Material:

Guió de la pràctica i apunts disponibles a través del campus virtual ATENEA.

Lliurament:

S'entrega el qüestionari resolt. Representa un 10 % de la nota final (Nac).

Dedicació: 7h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 5h

Títol de l'activitat 4: Pràctiques de resolució de problemes i ús del software Rocscience

Descripció:

Resolució de problemes geotècnics, el professor planteja el problema i deixa un temps perquè cada alumne el resolgui assistint els possibles dubtes de l'alumnat, al cap d'un temps comença a fer-ne la solució preguntant als alumnes els seus resultats. Deixa alguns exercicis per a la seva resolució de forma autònoma. En alguns casos els problemes cal resoldre'ls mitjançant el software Rocscience.

Objectius específics:

En finalitzar l'activitat dirigida l'estudiant ha de ser capaç de resoldre problemes concrets de mecànica de sòls i de roques i anàlisi de resultats d'assaigs geotècnics. També ha d'adquirir l'habilitat de treballar amb programes del software Rocscience com ara RocData i Dips.

Material:

El qüestionari i els apunts disponibles a través del campus virtual ATENEA.

Lliurament:

Els alumnes entreguen els exercicis que han quedat per resoldre degudament resolts al cap de 15 dies i el professorat els retorna corregits. Representa 2/5 parts de la nota de pràctiques.

Dedicació: 10h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 4h

Títol de l'activitat 5: Cerca dirigida d'informació

Descripció:

Es proporciona informació en forma d'articles de premsa, articles de revista i llibres a l'alumnat, el qual cerca i recopila informació segons un tema proposat pel professorat. El professorat assisteix els grups d'alumnes.

Objectius específics:

En finalitzar l'activitat dirigida l'estudiant ha d'haver adquirit informació complementaria sobre alguns dels continguts de l'assignatura, especialment relatius a les unitats geotècniques del Pla de Barcelona.

Material:

Material físic o electrònic disponible a través del campus virtual ATENEA amb informació sobre els temes proposats.

Lliurament:

Els alumnes entreguen un informe. El professorat retorna l'informe corregit. Representa un 10 % de la qualificació final (Ncd).

Dedicació: 18h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 8h



Títol de l'activitat 6: Avaluació: prova final sobre tot el contingut de l'assignatura

Descripció:

Prova individual a l'aula amb una part dels conceptes teòrics mínims indispensables de l'assignatura (1 h) i posteriorment resolució de 2 o 3 problemes relacionats amb els objectius d'aprenentatge dels continguts de l'assignatura (2h).

Objectius específics:

En acabar la prova l'alumne ha d'haver demostrat que ha assolit els següents objectius:

- Entendre què és un sòl (cohesiu i granular) i una roca des d'un punt de vista enginyeril i com interactuen amb l'activitat humana.
- Dominar els conceptes bàsics de la Mecànica de Sòls i Roques, com ara, la granulometria, plasticitat i consolidació dels sòls, la resistència al tall i a la compressió de sòls cohesius i roques, l'anàlisi de discontinuïtats i la caracterització de massissos rocosos.
- Saber com funcionen els principals assaigs de caracterització geotècnica in situ i a laboratori.
- Adquirir un coneixement bàsic sobre les Unitats Geotècniques del Pla de Barcelona.
- Conèixer les principals aplicacions de l'Enginyeria del Terreny i realitzar càlculs bàsics d'assentaments i estabilitat de talussos.

Material:

Qüestionari lliurat a l'aula, calculadora, compàs i regla.

Lliurament:

Resolució de la prova. Representa el 70% de la nota del curs i s'entrega al final del curs el mateix dia en que s'efectua la prova.

Dedicació: 15h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació final és la suma de les qualificacions parcials següents:

$$N_{\text{final}} = 0.7 N_{\text{pf}} + 0.1 N_{\text{ac}} + 0.1 N_{\text{cd}} + 0.1 N_{\text{ep}}$$

N_{final} : qualificació final.

N_{pf} : qualificació de prova final.

N_{ac} : qualificació de la prova d'avaluació continuada.

N_{cd} : qualificació de les cerques d'informació dirigides.

N_{ep} : qualificació d'ensenyaments de laboratori, sortides de camp i pràctiques de problemes.

La prova final consta d'una part amb qüestions sobre conceptes associats als objectius d'aprenentatge de l'assignatura pel que fa al coneixement o la comprensió, i d'un conjunt d'exercicis d'aplicació. Es disposa de 3 hores per fer-la i en cas de suspendre es té dret a una prova de recuperació. L'avaluació contínua consisteix a fer diferents activitats dirigides i pràctiques on s'apliquen els conceptes explicats a teoria durant el curs, es realitzen de forma individual i en grup. La prova d'avaluació continuada no elimina continguts, a la prova final es tornen a avaluar tots els continguts explicats a l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- Si no es realitza alguna de les activitats de laboratori o dirigida, es considerarà com a no puntuada.
- En cap cas es pot disposar de cap tipus de formulari o apunts a la prova final (activitat 6).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Terzaghi, K.; Peck, R. B. Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. 2ª ed. Barcelona: El Ateneo, 1958. ISBN 8470210203.
- Jiménez Salas, J. A.; de Justo, J. L.; Serrano, A. A. Geotecnia y cimientos. Vol. 2, Mecánica del suelo y de las rocas. Madrid: Rueda, 1971-1980. ISBN 8472070212.
- González de Vallejo, Luis I., i altres. Ingeniería geológica [en línia]. Madrid: Prentice Hall, 2002 [Consulta: 02/06/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1237. ISBN 8420531049.
- López Marinas, J. M.; Losmoschitz Mora-Figueroa, A. Geología aplicada a la ingeniería civil. 4ª ed. Madrid: Ed Ediciones, 2014. ISBN 9788494185908.
- Jiménez Salas, J. A.; de Justo, J. L. Geotecnia y cimientos. Vol. 1, Propiedades de los suelos y de las rocas. Madrid: Rueda, 1971-1980. ISBN 8472070085.
- UNE-ENV 1997-1:1999: Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico [en línia]. Madrid: AENOR, 1998- [Consulta: 14/06/2022]. Disponible a: https://portal-aenormas-aenor-com.recursos.biblioteca.upc.edu/aenor/Suscripciones/Personal/pagina_per_buscador.asp.
- Crespo Villalaz, C. Mecánica de suelos y cimentaciones. 6ª ed. México: Limusa, 2007. ISBN 9789681869632.
- González de Vallejo, Luis I., dir. Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos [en línia]. 2ª ed. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2007 [Consulta: 29/07/2022]. Disponible a: https://search-ebshost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=865640&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_Cover. ISBN 8478407081.
- López Gimeno, Carlos, ed. Ingeniería del terreno: ingeoter. Madrid: U.D. Proyectos, E.T.S.I. Minas, U.P.M, 2002-2010. ISBN 8496140121.
- Fang, HSai-Yang; Daniels, John L. Introductory geotechnical engineering: an environmental perspective. London: Taylor & Francis, 2006. ISBN 9780415304023.

Complementària:

- Lisle, R. J.; Leyshon, P. R. Stereographic projection techniques for geologists and civil engineers. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. ISBN 0521828902.
- Terzaghi, K.; Peck, R. B.; Mesri, G. Soil mechanics in engineering practice. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. ISBN 0471086584.
- Bell, F. G. Engineering properties of soils and rocks. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992. ISBN 0750604891.
- Muir Wood, D. Soil mechanics: a one-dimensional introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521517737.
- Verruijt, A. Soil mechanics [en línia]. Delft: Delf University of Technology, 2012 [Consulta: 17/12/2020]. Disponible a: <https://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/SoilMechBook.pdf>. ISBN 9065620583.
- Bieniawski, Z. T. Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. New York: Willey, 1989. ISBN 9780471601722.
- Goodman, R. E. Karl Terzaghi: the engineer as artist. Reston: American Society of Civil Engineers, 1999. ISBN 0784403643.
- French, S. E. Introduction to soil mechanics and shallow foundations design. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, cop. 1989. ISBN 0134974549.

RECURSOS

Altres recursos:

Webgrafia:

- www.boschiventayol.com
- www.demecanica.com/Geotecnia/geotecnia.htm
- www.stanford.edu/meehan
- www.roscience.com
- www.igeotest.ad