

Guia docent

250423 - TUNMECROQU - Túnel i Mecànica de Roques

Última modificació: 10/06/2025

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona

Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE CAMINS, CANALS I PORTS (Pla 2012). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DEL TERRENY (Pla 2015). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA GEOTÈCNICA (Pla 2025). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2025

Crèdits ECTS: 5.0

Idiomes: Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: NURIA MERCE PINYOL PUIGMARTI

Altres: IGNACIO CAROL VILARASAU, ALESSANDRA DI MARIANO SIMONCINI, NURIA MERCE PINYOL PUIGMARTI, ANNA RAMON TARRAGONA

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

8200. Aplicació dels coneixements de la mecànica de sòls i de les roques per al desenvolupament de l'estudi, projecte, construcció i explotació de fonamentacions, desmunts, terraplens, túnels i altres construccions realitzades sobre o a través del terreny, qualsevol que sigui la naturalesa i l'estat d'aquest, i qualsevol que sigui la finalitat de l'obra que es tracti.

Transversals:

8559. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre els mecanismes en què es basa la recerca científica, així com els mecanismes i instruments de transferència de resultats entre els diferents agents socioeconòmics implicats en els processos d'R+D+I.

8560. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

8561. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

Es dediquen tres hores de classe a la setmana on s'impartirà teoria i resolució de problemes, i s'exposaran alguns casos reals.

Tot i que la majoria de les sessions s'impartiran en l'idioma indicat a la guia, potser les sessions en què es compti amb el suport d'altres experts convidats puntualment es duiguin a terme en un altre idioma.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Assignatura d'especialitat en la que s'intensifiquen coneixements en competències específiques.

Coneixements a nivell d'especialització que han de permetre desenvolupar i aplicar tècniques i metodologies d'avançat nivell.

Continguts d'especialització de nivell de màster relacionats amb la recerca o la innovació en el camp de l'enginyeria.

Adquirir els coneixements necessaris per a la interpretació del comportament de les roques i massissos rocosos i la capacitat de dissenyar d'obres geotècniques, en especial excavacions subterrànies, tant en sòls com en roques.

L'assoliment del continguts de l'assignatura permetran a l'alumne disposar dels següents coneixements i capacitats:

- Caracteritzar el comportament mecànic i hidrològic dels massissos rocosos.
- Caracteritzar el comportament de la roca matriu.
- Caracteritzar el comportament de les discontinuïtats a partir de les teories de la mecànica de fractura.
- Entendre, interpretar i estimar el comportament tenso-deformacional al voltant d'una excavació tenint en compte la resposta elàstica i plàstica del terreny i mitjançant solucions analítiques, empíriques i numèriques. .
- Entendre, interpretar i estimar el comportament tenso-deformacional de diferents tipus de sosteniments en túnels (formigó projectat, bolons, encavallades i anells de formigó) i la seva interacció amb el terreny.
- Entendre, interpretar i estimar els moviments induïts per excavacions subterrànies.
- Conèixer els diferents procediments d'excavació de túnels.
- Conèixer en detall casos reals.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	63.95
Hores grup petit	9,8	7.83
Hores grup gran	25,5	20.38
Hores grup mitjà	9,8	7.83

Dedicació total: 125.1 h

CONTINGUTS

Introducció

Descripció:

- Introducció general de l'assignatura
- Introducció per a la Mecànica de Roques
- Fonaments i aplicacions. Plantejament mecanicista i plantejament empíric. Classificacions Geomecàniques

Dedicació: 4h 48m

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 2h 48m

Roca matriu, juntes i massís rocós

Descripció:

- Roca matriu. Assajos. Criteris de Mohr-Coulomb i Hoek-Brown.
- Discontinuitats. Aspectes generals. Criteris de ruptura de Patton i Barton Choubey.

Dedicació: 14h 23m

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 8h 23m

Tensió in situ

Descripció:

- Importància. Estat tensionals entorn a una excavació
- Mesures de tensió "in situ". Alliberació de tensions "in situ". Restitució de tensions. Fractura hidràulica. Canvis de tensions en inclusions.

Dedicació: 7h 11m

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Aprenentatge autònom: 4h 11m

Aigua i massís rocós

Descripció:

- Permeabilitat de fractura. Flux en xarxes de fractura. Llei de tensions efectives. Acoblament hidromecànic.
- Corbes característiques de túnels en presència de flux d'aigua. Implicacions.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 3h 30m

Túnel circular en terreny elasto-plàstic. Corbes característiques

Descripció:

- Deformació plana. Model elasto-plàstic de Mohr-Coulomb. Model elasto-plàstic de Hoek-Brown.
- Cavitat esfèrica. Model elasto-plàstic de Mohr-Coulomb. Model elasto-plàstic de Hoek-Brown.

Dedicació: 7h 11m

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h 11m

Interacció túnel sosteniment

Descripció:

Corbes de sosteniment. Bolons. Revestiments circulars i encavallades. Fenòmens 3D en el front.

Dedicació: 9h 36m

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 5h 36m

Construcció de túnels en roca

Descripció:

Mètodes tradicionals. Nou Mètode Austríac. Estabilitat de l'entrada dels túnels. Màquines tuneladores i rossadores.

Dedicació: 7h 11m

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h 11m

Estabilitat de fronts de túnels

Descripció:

Aplicació de teoremes de col·lapse plàstic. Solucions 2D y 3D per a túnels circulars.

Dedicació: 7h 11m

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Aprenentatge autònom: 4h 11m

Construcció de túnels en sòls

Descripció:

- Mètodes tradicionals Belga i Alemany. Exemple/pràctica: Construcció de metros a Barcelona.
- Escuts. Exemple/pràctica: línia de l'AVE
- Mètodes numèrics per a la simulació de la construcció de túnels

Dedicació: 4h 48m

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 2h 48m

Moviments induïts per túnels

Descripció:

- Assentaments en superfície. Mètodes empírics. Pèrdua de terreny.
- Desplaçaments al voltant d'un túnel. Mètodes teòrics i semiempírics. Efecte de moviments sobre estructures. Mètode de Burland i Boscardin-Cording.

Dedicació: 9h 36m

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 5h 36m

Dany induït i mitigació de moviments

Descripció:

Criteris de dany de Burland i de Boscardin & Cording.

Exemples de mesures de mitigació de moviments.

Objectius específics:

Aprendre a avaluar de manera aproximada els danys que l'excavació d'un túnel pot causar a les estructures pròximes al seu traçat.

Conèixer les mesures de mitigació de dany que es poden aplicar per a limitar al màxim les conseqüències del dany.

Dedicació: 3h 35m

Grup gran/Teoria: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 2h 05m

Exemples i casos reals

Descripció:

Exemples i casos reals

Dedicació: 9h 36m

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 5h 36m

Laboratori + Avaluació

Descripció:

Laboratori + Avaluació

Dedicació: 16h 48m

Grup petit/Laboratori: 7h

Aprenentatge autònom: 9h 48m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'assignatura s'avaluarà a partir de la nota mitja dels dos parts: mecànica de roques (NotaMR) i túnels (NotaT). Aquestes notes es calcularan a partir de les notes dels examens y altres activitats (visita al laboratori i tasques a entregar) proposades durant el curs.

Es convocaran dos exàmens: un a mitjans de quadrimestre i un altre al final del quadrimestre. El primer examen avaluarà els coneixements relacionats amb la primera part de l'assignatura (Mecànica de Roques) i el segon examen avaluarà els coneixements relacionats amb la segona part de l'assignatura (Excavacions Subterrànies).

La nota final del curs es calcularà a partir d'una mitjana aritmètica ponderada de notes de cada part.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Si no es realitza algún examen es considerará puntuació 0.

Els examens es realitzarán sense poder consultar apunts.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Atkinson, Barry Kean. Fracture mechanics of rock. London: Academic Press, 1987. ISBN 0120662655.
- López Jimeno, C. (ed.). Manual de túneles y obras subterráneas. Madrid: E.T.S.I. Minas - Universidad Politécnica de Madrid, 2011. ISBN 9788496140370.
- Maidl, Bernard [et al.]. Mechanised shield tunnelling. Berlin: Ernst & Sohn, 2012. ISBN 9783433029954.
- Hudson, J.A.; Harrison, J.P.. Engineering rock mechanics : an introduction to the principles [en línia]. Oxford: Elsevier, 1997 [Consulta: 08/11/2023]. Disponible a : <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780080438641/engineering-rock-mechanics>. ISBN 9780080419121.

Complementària:

- Bieniawski, Z.T. Design methodology in rock engineering: theory, education and practice. Rotterdam: A.A. Balkema, 1992. ISBN 9054101261.
- Broek, David. The Practical use of fracture mechanics. Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers, 1989. ISBN 0792302230.
- Broek, David. Elementary engineering fracture mechanics. 4th ed. The Hague [etc.]: Martinus Nijhoff, 1986. ISBN 9024725801.
- Chernyshev, Sergei N.; Dearman, W.R. Rock fractures. Londres [etc]: Butterworth-Heinemann, 1991. ISBN 0750610174.
- González de Vallejo, Luis I .. [et al.]. Ingeniería geológica [en línia]. Madrid etc.]: Prentice Hall, 2002 [Consulta: 30/04/2020]. Disponible a : http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1237. ISBN 8420531049.
- Goodman, Richard E. Introduction to rock mechanics. 2nd ed. New York [etc.]: John Wiley and Sons, 1989. ISBN 0471812005.
- Goodman, R.E.. Engineering geology : rock in engineering construction. New York: J. Wiley, 1993. ISBN 0471544248.
- Jumikis, A.R. Rock mechanics. 2nd ed. Rockport, MA: Trans-Tech, 1983.
- Hoek, E. Practical rock engineering [en línia]. [s.l.]: [s.n.], 2000 [Consulta: 29/04/2020]. Disponible a : <https://www.rocksience.com/assets/resources/learning/hoek/Practical-Rock-Engineering-Full-Text.pdf>.
- Hoek, E.; Brown, E.T. Underground excavations in rock. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1990. ISBN 0419160302.
- Jaeger, J.C.; Cook, N.G.W.; Zimmerman, R.W. Fundamentals of rock mechanics. 4th ed. Malden: Blackwell, 2007. ISBN 9780632057597.