Mecànica de Sòls (250131)

Informació general

Centre docent	ETSECCPB
Departaments	Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental (DECA)
Crèdits	9.0 ECTS
Titulacions	GRAU EN ENGINYERIA CIVIL (pla 2017) GRAU EN ENGINYERIA CIVIL (pla 2010)
Curs	2023/24

Idioma majoritari per grup

- Grup 10Q1 Anglès (Q1)
- Grup ENGQ1 Anglès (Q1)

Professorat de l'assignatura

Professorat responsable: Pere Prat Catalan
Professorat: Carlos Maria Lopez Garello, Pere Prat Catalan

Objectius formatius

Coneixements de geotècnia i mecànica de sòls i de roques. Capacitat per resoldre problemes de comportament del terreny.

En finalitzar el curs l'alumne haurà adquirit la capacitat de:
1. Resoldre problemes de flux en medi porós saturat. Capacitat per fer projectes de drenatge en excavacions.
2. Resoldre problemes de consolidació d'estrats de baixa permeabilitat, així com dimensionament bàsic de sistemes de drenatge per accelerar el procés.
3. Estudiar la ruptura i el comportament en servei del terreny en problemes bàsics de fonamentacions i estructures de contenció.

Història de la mecànica de sòls. Comprendre la naturalesa dels sòls i roques, la seva identificació, propietats bàsiques, paràmetres hidràulics i mecànics. Coneixement de flux d'aigua al sòl, incloent-hi la conservació de la massa i el moment. Principi de tensions efectives. Coneixements de mecànica de medi continu aplicats a medi porós saturat. Trajectòries de tensions i deformacions utilitzant els invariants. Equacions constitutives elàstiques i plàstiques així com solucions en casos senzills. Models d'estat crític com ara Cam-Clay per a plasticitat en sòls, així com models constitutius per a sòls no saturats. Coneixements de l'estudi experimental del sòl saturat en assaigs edomètrics i triaxials. Comportament mecànic amb lleis bàsiques de mecànica de sòls. Comportament de sòls no saturats i en particular en relació a la compactació. Anàlisi en ruptura del terreny mitjançant teoremes de col·lapse i equilibri límit. Coneixement de l'acoblament flux-deformació al terreny.

Coneixements de geotècnia i mecànica de sòls i de roques. Capacitat per resoldre problemes de comportament del terreny.
En finalitzar el curs l'alumne haurà adquirit la capacitat de:
1. Resoldre problemes de flux en medi porós saturat. Capacitat per fer projectes de drenatge en excavacions.
2. Resoldre problemes de consolidació d'estrats de baixa permeabilitat, així com dimensionament bàsic de sistemes de drenatge per accelerar el procés.
3. Estudiar la ruptura i el comportament en servei del terreny en problemes bàsics de fonamentacions i estructures de contenció.

Escola de Camins

Història de la mecànica de sòls. Comprendre la naturalesa dels sòls i roques, la seva identificació, propietats bàsiques, paràmetres hidràulics i mecànics. Coneixement de flux d'aigua al sòl, incloent-hi la conservació de la massa i el moment. Principi de tensions efectives. Coneixements de mecànica de medi continu aplicats a medi porós saturat. Trajectòries de tensions i deformacions utilitzant els invariants. Equacions constitutives elàstiques i plàstiques així com solucions en casos senzills. Models d'estat crític com ara Cam-Clay per a plasticitat en sòls, així com models constitutius per a sòls no saturats. Coneixements de l'estudi experimental del sòl saturat en assaigs edomètrics i triaxials. Comportament mecànic amb lleis bàsiques de mecànica de sòls. Comportament de sòls no saturats i en particular en relació a la compactació. Anàlisi en ruptura del terreny mitjançant teoremes de col·lapse i equilibri límit. Coneixement de l'acoblament flux-deformació al terreny.

Competències

Específiques

Coneixements de geotècnia i mecànica de sòls i de roques, així com la seva aplicació en el desenvolupament d'estudis, projectes, construccions i explotacions on sigui necessari efectuar moviments de terres, fonamentacions i estructures de contenció.
Comprensió i capacitat d'aplicació de models predictius de la filtració de l'aigua en sòls i del comportament mecànic i la decisió estructural de sòls i roques.

Transversals

COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.
ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.
APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
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.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

		Hores	Percentatge
Aprenentatge dirigit	Grup gran	45.0 h	45.45 %
	Grup mitjà	27.0 h	27.27 %
	Grup petit/Laboratori	18.0 h	18.18 %
	Activitats dirigides	9.0 h	9.09 %
Aprenentatge autònom		126.0 h	

Temari

1. Caracterització del sòl

Estructura del sòl. Representació de les fases del sòl. Definició dels paràmetres bàsics que caracteritzen el sòl. Obtenció experimental dels paràmetres en el laboratori i en el camp.
Caracterització de la fase sòlida del sòl amb corbes granulomètriques.
Definició de consistència i dels límits d'Atterberg. Gràfic de plasticitat de Casagrande. Sistema de

classificació universal de sòls a partir de les corbes granulomètriques i dels límits d'Atterberg.
Exercicis proposats per desenvolupar pràcticament els conceptes d'aquest tema.
Pràctica de laboratori relacionada amb els conceptes bàsics introduits en aquest tema.

Objectius específics

Aprendre el significat dels diferents paràmetres que es fan servir per caracteritzar els sòls, la seva obtenció i les seves relacions, utilitzant els diagrames de fases.
Incorporar el concepte de corba granulomètrica, aprendre la seva obtenció i el seu us, i adquirir la capacitat d'interpretar el tipus de sòl a partir de la forma de la corba.
Introduir el concepte de límits d'Atterberg, aprendre el seu significat i com s'obtenen en el laboratori.
Aprendre a classificar un sòl a partir dels paràmetres bàsics i les seves propietats plàstiques.
Desenvolupar de forma pràctica les competències teòriques adquirides en aquest tema.
Proporcionar un contacte mínim amb un laboratori de Mecànica de Sòls, aplicant de manera pràctica alguns dels conceptes teòrics formulats en el tema.

2. Flux

Conceptes de tensió total i efectiva. Principi de les tensions efectives. Altura piezomètrica com a mesura de l'energia. Nivell freàtic. Distribució de tensions en un sòl horitzontal: tensions verticals i horitzontals.
Concepte de cabal unitari. Obtenció de l'equació diferencial del flux a partir de l'equació de conservació de la massa d'aigua i de l'equació del moviment (llei de Darcy). Permeabilitat. Aplicació al cas particular de flux en medi homogeni i isòtrop suposant fluid incompressible i porositat constant. Equació de Laplace.
Condicions de contorn en una i dues dimensions.
Obtenció de les forces de filtració a partir de les equacions d'equilibri. Conceptes de gradient crític, liqüefacció i sifonament.
Discussió dels diferents mètodes per a resoldre l'equació del flux (equació de Laplace). La hipòtesis de Dupuit en el cas unidimensional i el mètode gràfic en el cas bidimensional. El cas de sòls homogenis amb anisotropia transversal i de sòls heterogenis.
Indicacions pràctiques de com resoldre problemes de flux
Conceptes bàsics de flux en sòl no saturat: capil·laritat, corbes de retenció i succió. Efecte de la succió en la resistència del sòl.
Exercicis proposats per desenvolupar pràcticament els conceptes d'aquest tema.
Pràctica de laboratori relacionada amb els conceptes bàsics introduits en aquest tema.

Objectius específics

Introduir els conceptes de tensió total i tensió efectiva i el principi de tensions efectives. Aplicar conceptes de hidràulica al flux d'aigua en el sòl. Aprendre a obtenir les tensions verticals i horitzontals en un sòl horitzontal, introduint el concepte de coeficient d'empenta al repòs.
Obtenir l'equació del flux d'aigua en un sòl saturat i aprendre a usar-la en condicions simples. Introduir els conceptes de cabal unitari i permeabilitat.
Adquirir el concepte de gradient hidràulic crític i aprendre les condicions en què es pot produïr liquefacció del terreny.
Aprendre a resoldre problemes senzills de flux en una i dues dimensions.
Donar els consells i tècniques bàsiques de com resoldre problemes de flux
Adquirir uns coneixements mínims de flux en sòls no saturats i dels conceptes relacionats de capil·laritat i succió.
Desenvolupar de forma pràctica les competències teòriques adquirides en aquest tema.
Proporcionar un contacte mínim amb un laboratori de Mecànica de Sòls, aplicant de manera pràctica alguns dels conceptes teòrics formulats en el tema.

3. Comportament experimental

Repàs dels conceptes bàsics de la mecànica del medi continu que son necessaris per a la comprensió dels següents temes de l'assignatura. Introducció i recordatori dels conceptes bàsics de les teories de l'elasticitat i la plasticitat.
Introducció del concepte de trajectòria de tensions en mecànica de sòls. Representacions de Lambe i Cambridge.
Descripció de l'aparell triaxial i del procediment a seguir per realitzar assaigs drenats i no drenats. Càlcul de la pressió intersticial en assaigs no drenats: la fórmula de Skempton. Trajectòries de tensions.
Descripció de l'edòmetre i del procediment a seguir per realitzar l'assaig edomètric. Resultats d'un assaig edomètric. Paràmetres. Histories de tensions. Sòls normalment consolidats i sobreconsolidats.

Consolidació secundària.
Descripció bàsica dels diferents assaigs de tall.
Descripció dels resultats experimentals d'assaigs triaxials (drenats i no drenats) sobre argiles i sorres.
Exercicis proposats per desenvolupar pràcticament els conceptes d'aquest tema.
Pràctica de laboratori relacionada amb els conceptes bàsics introduits en aquest tema.

Objectius específics

Refermar els coneixements de la mecànica del medi continu per facilitar la comprensió dels continguts de l'assignatura. Proporcionar els conceptes bàsics i el marc formal que permetin el desenvolupament dels temes següents de l'assignatura.
Aprendre a representar variacions de tensions en el sòl fent servir les tensions usuals en mecànica del sòl.
Aprendre el funcionament d'un aparell triaxial i del procediment per a realitzar assaigs drenats i no drenats i obtenir-ne resultats.
Aprendre el funcionament d'un edòmetre i del procediment per a realitzar l'assaig i obtenir-ne resultats.
Aprendre les idees bàsiques dels assaigs de tall en sòls.
Analitzar els resultats dels assaigs triaxials per aprendre quin és el tipus de comportament del material amb la finalitat de poder formular un model constitutiu de comportament.
Desenvolupar de forma pràctica les competències teòriques adquirides en aquest tema.
Proporcionar un contacte mínim amb un laboratori de Mecànica de Sòls, aplicant de manera pràctica alguns dels conceptes teòrics formulats en el tema.

AVALUACIÓ-1

4. Comportament mecànic

Formulació matemàtica del model Cam-clay per a argiles. Prediccions del model per a sòls normalment consolidats i sobreconsolidats en condiciones drenades i no drenades.
Definir estat crític i formalitzar el model, descrivint les tendències observades de comportament i les prediccions per a sòls normalment consolidats i sobreconsolidats en condicions drenades i no drenades.
El criteri clàssic de resistència de Mohr-Coulomb per a sòls. Relació entre el criteri de Mohr-Coulomb i la teoria de l'estat crític. Paràmetres de resistència.
El concepte de resistència al tall sense drenatge i el seu us com a paràmetre característic del sòl: aplicacions i limitacions. Anàlisi drenada i no drenada en mecànica del sòl.
Indicacions pràctiques en relació a la resistència al tall sense drenatge
Conceptes bàsics de resistència per a sòls no saturats.
Exercicis proposats per desenvolupar pràcticament els conceptes d'aquest tema.

Objectius específics

Desenvolupar un model matemàtic per a predir el comportament de les argiles, analitzar les prediccions del model i comparar-les amb els resultats experimentals descrits en el tema anterior.
Aprendre a identificar les tendències en el comportament dels sòls quan l'estat de tensions s'acosta a l'estat crític per a sòls normalment consolidats i sobreconsolidats en condicions drenades i no drenades.
Aprendre a utilitzar el criteri de resistència de Mohr-Coulomb per a determinar les condicions de trencament d'un sòl, i relacionar-les amb les prediccions de la teoria de l'estat crític.
Aprendre a utilitzar de manera correcta el paràmetre de resistència al tall sense drenatge. Dominar els conceptes d'anàlisi drenada i no drenada en mecànica del sòl.
Aprofondir en els aspectes pràctics d'aquest tema
Adquirir uns coneixements mínims del comportament mecànic dels sòls no saturats.
Desenvolupar de forma pràctica les competències teòriques adquirides en aquest tema.

5. Anàlisi en trencament

Introducció sobre casos reals de trencament de sòls i descripció dels diferents mètodes per resoldre aquest tipus de problemes.
Definició d'estat de Rankine i resolució dels estats actiu i passiu en condiciones drenades i no drenades.
Anàlisi d'estabilitat de talussos en casos simples. El mètode de l'equilibri límit: equilibri global i el mètode de les seccions. El mètode de Bishop. Línia d'influència i punt neutre.
Enunciar els teoremes del col·lapse plàstic en el context de la mecànica del sòl. Aplicacions del teorema de la cota superior a problemes geotècnics. Mecanismes. Energia dissipada en una línia de lliscament. Ventalls de línies de lliscament. Aplicacions del teorema de la cota inferior a problemes geotècnics. Discontinuïtat de tensions. Ventalls de línies de discontinuïtat de tensions.

Aspectes pràctics dels mètodes d'equilibri límit i toeremes del col·lapse plàstic
Exercicis proposats per desenvolupar pràcticament els conceptes d'aquest tema.

Objectius específics

Il·lustrar casos reals de trencament de sòls i donar a conèixer els mètodes disponibles d'anàlisi.
Adquirir els conceptes d'estat actiu i passiu de Rankine i la capacitat d'aplicar-los a casos reals simples.
Aprendre l'ús del mètode de l'equilibri límit per a resoldre problemes d'estabilitat de talussos.
Aprendre l'ús dels teoremes del col·lapse plàstic per a avaluar la càrrega de trencament en problemes de trencament de sòl.
Aprendre aspectes pràctics dels mètodes d'equilibri límit i col·lapse plàstic
Desenvolupar de forma pràctica les competències teòriques adquirides en aquest tema.

6. Consolidació

Acoblament hidro-mecànic. Equació de Terzaghi-Fröhlich de la consolidació unidimensional. Solució de l'equació de la consolidació. Isòcrones. Grau de consolidació. Consolidació per canvi de les condicions hidràuliques.
Introducció al cas de consolidació amb flux combinat vertical-radial.
Exercicis proposats per desenvolupar pràcticament els conceptes d'aquest tema.

Objectius específics

Introduir el concepte d'acoblament hidro-mecànic amb la finalitat d'obtenir l'evolució en el temps de les pressions d'aigua en el terreny i dels assentaments.
Estudiar el cas de flux radial per al cas d'existir drens verticals en el terreny, construïts amb la finalitat d'accelerar la consolidació.
Desenvolupar de forma pràctica les competències teòriques adquirides en aquest tema.

AVALUACIÓ-2

TREBALLS DE CURS

Activitats

Treball

Aquesta activitat no es farà en el curs 2023/2024

Dedicació

9h

Metodologia docent

Aquesta assignatura no te docència en el curs 2023/2024. Només es faran proves d'avaluació.

S'utilitza material de suport mitjançant el campus virtual ATENEA: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

Mètode de qualificació

(*) El calendari d'avaluació i el mètode de qualificació s'aprovaran abans de l'inici de curs.

La qualificació de l'assignatura és la mitja aritmètica de les qualificacions de dos exàmens parcials (primer parcial: temes 1 a 3; segon parcial: temes 4 a 6) fets durant el curs en els períodes fixats per l'Escola. En el cas que aquesta qualificació sigui inferior a 5.0 es podrà fer una prova de reavaluació. La qualificació de la prova de reavaluació no serà mai superior a 5.0 (aprovat).

Tots els exàmens mencionats duraran 3 hores i consistiran en un QÜESTIONARI de preguntes curtes o mini-exercicis, i un EXERCICI PRÀCTIC. Cadascuna d'aquestes dues parts te el mateix pes en la nota de

l'examen corresponent.

Es realitzaran avaluacions extraordinàries per a aquells estudiants que per causa de força major acreditada no hagin pogut realitzar alguna de les proves descrites. Aquestes proves extraordinàries hauran d'estar autoritzades pel cap d'estudis del Grau, a petició del professor responsable de l'assignatura, i es realitzaran dins del període lectiu corresponent.

Normes de realització de proves

Si no es realitza alguna de les activitats d'avaluació en el període programat (sense causa justificada amb prova documental), es considerarà com a puntuació zero.

Horari d'atenció

En horaris convinguts de mutu acord entre el professor i l'estudiant

Bibliografia

Bàsica

- Wood, David M. Soil behaviour and critical state soil mechanics. Cambridge: University Press, 1990. ISBN 0521337828.
- Jiménez Salas, J.A.; Justo Alpañes, J.L.; Serrano González, A.A. Geotecnia y cimientos. Vol. I, Propiedades de los suelos y de las rocas. 2a ed. Madrid: Rueda, 1975-1981. ISBN 8472070085 (V. 1).
- Jiménez Salas, J.A.; Justo Alpañés, J.L. Geotecnia y cimientos II. Mecánica del suelo y de las rocas. 2a ed. Madrid: Rueda, 1981. ISBN 84-7207-021-2 (V.2).
- Lambe, T.W.; Whitman, R.V. Mecánica de suelos. 2a ed. México: Limusa : Noriega, 1995. ISBN 9681818946.
- Terzaghi, K,; Peck, R.B.; Mesri, G. Soil mechanics in engineering practice. 3a ed. New York: John Wiley & Sons, 1995. ISBN 0471086584.
- Muir Wood, D. Soil mechanics: a one-dimensional introduction. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009. ISBN 978-0-521-74132-3.
- Iglesias, C. Mecánica del suelo. Madrid: Síntesis, 1997. ISBN 847738438X.
- Atkinson, J. The mechanics of soils and foundations. 2nd ed. Oxford, UK: Taylor & Francis, 2007. ISBN 9780415362566.

Complementària

- Smith, I. Smith's elements of soil mechanics. 9th. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2014. ISBN 9780470673393.
- Verruijt, A. Soil mechanics. Delft: VSSD, 2007. ISBN 9065620583.
- Izquierdo Silvestre, FA. Cuestiones de geotecnia y cimientos. Universidad Politécnica de Valencia, 2001. ISBN 8477219850.
- Izquierdo Silvestre, F.A.; Carrión Carmona, M.A. Problemas de geotecnia y cimientos. Universidad Politécnica de Valencia, 2002. ISBN 8497051610.