

Llicenciatura de Geologia

Guia docent Introducció a la Mecànica de Roques

1. Identificació de l'assignatura

Nom: Introducció a la Mecànica de Roques

Codi: 20416

Crèdits ECTS: 4.4

Tipus: Optativa (4rt quadrimestre)

2. Objectius

El propòsit de l'assignatura és transmetre a l'alumne una primera introducció dels principals conceptes de la mecànica de medis continus i la seva aplicació per a la caracterització del medi rocós. Aquests aspectes són essencials de cara a una millor comprensió tant de la dinàmica de la litosfera com de l'aplicació pràctica al camp de l'enginyeria geològica.

A nivell formatiu, un objectiu important és transmetre a l'estudiant noves formes de treball i d'organització del seu aprenentatge. D'aquesta forma es treballarà amb l'objectiu de conscienciar a l'estudiant de la importància d'una dedicació continuada a l'estudi, i de potenciar les seves capacitats de comunicació per a fer exposicions orals. Finalment, mitjançant xerrades pràctiques amb professionals de la matèria, es pretén facilitar a l'estudiant d'exemples pràctics dels conceptes treballats a l'assignatura.

3. Continguts

L'assignatura està organitzada en tres blocs:

- Conceptes bàsics de mecànica de medis continus.
- Comportament mecànic de sòlids i fluids. Reologia.
- Conceptes i exemples aplicats a l'enginyeria geològica.

En el primer bloc, potser el més abstracte del curs, es fa una revisió i definició formal dels conceptes d'esforç i deformació en un medi continu. S'exposen els aspectes fonamentals i les eines bàsiques per a treballar amb quantitats tensorials.

El segon bloc del curs tracta sobre la caracterització mecànica de sòlids i la seva aplicació al medi rocós. A nivell formal, correspon a l'estudi en un material de les relacions entre l'esforç i la deformació. Com a aspectes fonamentals s'exposen els models reològics i els criteris de fractura més importants. Aquests conceptes es treballen tant a nivell teòric i de problemes com pràctic, amb activitats al laboratori o mitjançant programes de modelització numèrica.

Finalment, al darrer bloc es fa una descripció dels aspectes essencials de la mecànica de roques aplicada a l'enginyeria geològica. Dins d'aquesta part de l'assignatura es treballen tants les diferents classificacions geomecàniques de roques, com problemes bàsics d'estabilitat en talussos i excavacions. Aquesta darrera part correspon a l'aplicació pràctica dels fonaments treballats al llarg dels dos primers blocs de l'assignatura.

Programa

0. Introducció. Definició, conceptes i problemes bàsics.

Bloc I. Conceptes bàsics de mecànica de medis continus.

1. Esforç.

- Preliminar: Força, Pressió i Esforç. Forces massiques i superficials. Postulats de Cauchy.
- Tensor d'esforç en dues dimensions. Estat d'esforç en un punt. Representació gràfica i notació científica.
- Propietats dels tensors d'esforç. Diagonalització: direccions i esforços principals. Condicions de compatibilitat i equilibri.
- Estat d'esforç sobre un pla. Càlcul de les components d'esforç normal i de cisalla. Cercle de Mohr en 2 dimensions.
- Transformacions de tensors. Invariants i el seu significat físic.

- Estats tridimensional d'esforços. Cercle de Mohr en 3 dimensions.
- Camps d'esforços. Descripció i interpretació de trajectòries. Condicions de compatibilitat d'esforços.

2. Descripció de la deformació.

- Preliminar: Mesures, terminologia i components de la deformació. Deformació homogènia vs. heterogènia. Deformació finita vs. instantània.
- El tensor gradient de velocitats (L). Concepte de "strain-rate". Direccions i deformacions principals. Invariants i significat físic.
- Tensor gradient de deformació (F). Deformació progressiva.
- Representació de L i F amb cercles de Mohr. Descomposició de les components de deformació: deformació interna i vorticitat.
- Caracterització cinemàtica de les deformacions. Flux estacionari vs. no estacionari. Condicions de compatibilitat.

Bloc II. Comportament mecànic de sòlids i fluids. Reologia.

- Postulats principals de conservació i de balanç. Equacions constitutives. Sistema d'equacions del problema general en mecànica de medis continus.
- Models reològics ideals: elàstic, plàstic i viscos. Propietats constitutives principals. Deformació fràgil i dúctil. Interpretació de la corba esforç-deformació.
- Caracterització experimental de mostres. Tests uniaxials de compressió i tensió. Tests triaxials. Altres tipus d'experiments. Problemes associats al mètode experimental .
- Equacions constitutives de sòlids. Elasticitat lineal i Plasticitat (o models friccional).
- Criteris de fractura per cisalla i tensió. Criteri Mohr-Coulomb. Coeficient de fricció i cohesió. Envolupant Mohr-Columb.
- Influència de l'anisotropia i discontinuïtats. Criteris de cessió per lliscament (friccional).
- Iniciació i propagació de fractures Teoria de fracturació de Griffith..
- Equacions constitutives de fluids. Viscositat lineal. Introducció als mecanismes de deformació cristal·lina. Ductilitat vs. plasticitat.
- Models reològics complexos. Elastoviscositat (models de Maxwell i Kelvin-Voight). Viscositat no lineal.
- Factors externs que influeixen en el comportament de roques. Efecte de la pressió confinant i la temperatura. Influència de la velocitat de deformació. Test i experiments de fluència.
- Influència dels fluids. Pressió de fluids: fractura "hidràulica".
- Comportament de les roques a l'escorça. Estat d'esforços a l'escorça superior. Lleis d'Amonton i Byelee. Transició fràgil/dúctil i la seva relació amb la simogènesis.

Bloc III. Conceptes i exemples aplicats a la enginyeria geològica.

- La natura discontinua de les roques. Massís rocós i roca "matriu".
- Classificació roca "matriu". Propietats Índex principals.
- Classificació geomecànica de massís de roques: índex RMR (Rock Mass Rating). Propietats mecàniques del massís rocós: criteri de fractura Hoek-Brown.
- Determinació in situ dels esforços i instrumentalització de la deformació. Mètodes principals i exemples.
- Factor de seguretat i disseny constructiu.
- Estabilitat d'un talús. Models d'equilibri límit. Elements de suport de talussos.
- Estabilitat i elements de suport d'excavacions subterrànies. Índex Q (Tunnelling Quality Index). Processos de subsidència.

4. Temps de dedicació de l'alumne

S'ha estimat el temps de dedicació suposant un total de 15 setmanes lectives per quadrimestre. La càrrega lectiva és aproximadament entre 3-4 hores per setmana. Això inclou totes les activitats proposades, tant lligades als continguts de l'assignatura com de les activitats de competències transversals. Aquesta distribució de temps de les activitats no presencials és coherent amb les observacions realitzades al llarg dels dos darrers cursos de l'assignatura.

Tipus d'activitat	Descripció	Hores

Activitats Presencials	Classes de teoria	20
	Xerrades pràctiques amb especialistes externs	2
	Activitats tutelades (dins classe teoria)(1)	10
	Classes de problemes	14
	Classes de pràctiques(2)	6
	Tutories (individuals i en grup)	4
	Exàmens	4
Activitats No Presencials	Completar exercicis de problemes	10
	Elaboració de la carpeta de l'assignatura (10-15 min./setmana)	3
	Elaboració del treball en grup	12
	Preparació presentació oral (treball grup)	2
	Lectures del temari	6
	Completar exercicis de pràctiques	4
	Hores d'estudi	12
	Recerca de bibliografia	1
	Total	110

1.- Totes aquelles activitats de treball cooperatiu i/o individual fetes durant l'horari de les classes de teoria. Aquestes activitats són relacionades amb els exercicis de les lectures, la síntesi dels blocs del temari i el temps d'exposició oral dels treballs en grup (veure apartat de capacitats a adquirir).

2.- Inclouen les pràctiques al laboratori i a la sala d'informàtica.

5. Capacitats de continguts i competències a adquirir.

Per tal que de superar l'assignatura és necessari que al final del curs l'alumne demostrï l'adquisició de les següents competències.

A) respecte als continguts específics de l'assignatura.

Competències teòriques

- Explicar les característiques principals del medi continu i discontinu. Relacionar-ho amb els conceptes de "massís rocós" i "roca matriu".
- Explicar la diferència entre pressió, força i esforç. Relacionar-ho amb les raons matemàtiques escalar, vector i tensor.
- Demostrar les equacions de transformació de tensors en 2D mitjançant la representació de Mohr.
- Descriure i identificar els principals paràmetres tant de l'estat d'esforços com de la deformació. Descriure les principals formes de representació gràfica dels camps d'esforços i deformació.
- Explicar els fonaments dels principals models reològics: elàstic, plàstic i viscos.
- Descriure els aspectes principals dels tests uniaxials i triaxials. Identificar la informació que pot ser obtinguda per cadascun dels tests.
- Definir i explicar els principals criteris de fractura. Identificar els principals paràmetres

i la seva representació física.

- Descriure a nivell bàsic el procés d'iniciació i propagació de fractures, i relacionar-ho amb les corbes obtingudes a nivell experimental.
- Explicar com afecten al comportament mecànic d'un material els factors següents: temperatura, pressió confinant, velocitat de deformació, pressió de fluids i anisotropia.
- Explicar la transició fràgil/dúctil, i relacionar-ho amb la dinàmica de la litosfera.
- Descriure els índexs principals de les roques matrius. Relacionar-ho amb el comportament mecànic dels materials.
- Explicar els principals paràmetres que controlen les classificacions geomecàniques RMR i Q. Descriure la influència dels índexs RMR i Q a nivell de disseny constructiu.
- Enumerar els principals mètodes de determinació de l'estat d'esforços i de la deformació. Descriure la base conceptual de cadascun dels mètodes.
- Definir el factor de seguretat de qualsevol procés mecànic en roques.
- Explicar els principals modes d'inestabilitat en talussos i excavacions de roques. Descriure els principals factors que generen inestabilitats al terreny i mesures d'estabilització.

Competències pràctiques

- Representar l'estat d'esforços mitjançant la projecció del cercle de Mohr. Calcular les components de l'esforç normal i de cisalla sobre un pla arbitrari.
- Transformar la base de referència dels tensor d'esforç. Calcular els esforços principals i la seva orientació.
- Representar i interpretar els tensors L i F de deformació mitjançant cercles de Mohr.
- Representar els diferents criteris de fractura i aplicar-los alhora d'establir l'estabilitat d'un medi.
- Establir el mode d'inestabilitat en un medi i predir la seva orientació física. Determinar la condició d'esforç límit.
- Analitzar dades i interpretar a nivell mecànic les gràfiques del tipus "esforç vs. deformació". Construir informació gràfica addicional de suport per interpretar els efectes de les components externes.
- Recollir, sintetitzar i resumir dades obtingudes al laboratori. Interpretar i elaborar material gràfic de suport. Interpretar el comportament mecànic i ajustar el millor model constitutiu. Calcular les principals raons constitutives del material.
- Analitzar i interpretar resultats obtinguts mitjançant models numèrics. Identificar el rang de solucions inestables i estimar els principals paràmetres que governen les inestabilitats.
- Calcular el factor de seguretat o d'equilibri límit per a un tal-lus excavació de roques. Plantejar l'estratègia adequada per la seva solució. Proposar mesures de correcció i d'estabilització.

B) respecte a les competències específiques de la titulació.

Donada la planificació i metodologia docent de l'assignatura, l'estudiant haurà de mostrar un desenvolupament de les següents competències transversals de la titulació.

Competències interpersonals

- Habilitat per a treballar en equip interdisciplinari.
- Capacitat per a identificar els objectius i assumir responsabilitats tant a nivell individuals com col·lectives.
- Capacitat per avaluar el seu compliment com a individu i com a membre d'un equip. Aquestes competències es treballaran mitjançant un treball en grup. És regularà l'activitat a partir de l'elaboració d'un diari de treball on quedarà reflexat la dinàmica interna i el grau de compliment de cadascun dels membres. La regulació externa del grup es farà mitjançant tutories del grup. També es treballaran aquestes competències mitjançant activitats de síntesi i posta en comú d'aspectes de les classes de teoria.

Competències comunicatives

- Transmetre la informació de forma adequada tant a nivell escrit com verbal.
- Capacitat per organitzar, dissenyar i portar a terme un exposició oral d'aspectes pràctics/acadèmics de l'assignatura. Aquestes competències es treballaran mitjançant l'elaboració d'una presentació oral del treball realitzat en grup. També a partir de la presentació i explicació per part dels alumnes dels exercicis de problemes.

Competències en el desenvolupament de l'auto-aprenentatge

- Mostrar capacitat per a un desenvolupament autònom i de forma continuada .
- Capacitat d'autoregulació de l'aprenentatge.
- Desenvolupar un mètode d'estudi i treball propi. Aquestes competències es treballaran mitjançant l'elaboració per part de l'estudiant d'una

carpeta d'evidències de l'assignatura ("diari d'aprenentatge de l'estudiant"). En ell, es recolliran les observacions i activitats realitzades pels alumnes. La regulació es farà mitjançant tutories individuals.

Competències científiques

- Reconèixer i utilitzar teories, paradigmes, conceptes i principis propis de la disciplina.
- Preparar, processar, interpretar i presentar dades utilitzant les tècniques qualitatives i quantitatives adequades i variades.
- Aplicar coneixement per a abordar problemes usuals o desconeguts. Capacitat de plantejar i implementar una estratègia adequada per la seva resolució d'un problema acadèmic o de caire pràctic.

Els identificadors de l'assoliment d'aquestes competències es farà mitjançant el recull dels exercicis de les classes de problemes. També a partir de l'elaboració i entrega de les activitats proposades a classe de teoria o en les pràctiques al laboratori. A part d'aquesta regulació continuada, aquestes competències també es farà mitjançant un examen final de l'assignatura. Dins d'aquestes competències s'inclouen el conjunt de competències específiques de l'assignatura (com les teòriques i pràctiques) que han d'assolir els estudiants per superar l'assignatura.

6. Requisits Previs.

No hi han definits requisits previs d'altres assignatures. Però, és recomana haver cursat l'assignatura Geologia Estructural I per a una millor comprensió dels conceptes generals de l'assignatura. És pressuposa que l'alumne té un coneixement bàsic de la resolució de sistemes lineals i d'expressió matemàtica a nivell simbòlic. Aquests coneixements són continguts dins l'assignatura de Matemàtiques. Finalment, el requisit més important és que l'alumne tingui ganes reals d'aprendre noves formes de treball i curiositat per passar d'un coneixement purament descriptiu a un coneixement interpretatiu basat en fonaments teòrics i pràctics.

7. Metodologia de l'ensenyament i aprenentatge.

La docència d'aquesta assignatura es fa integrament durant el 4rt quadrimestre de la Llicenciatura de Geologia. L'assignatura disposa de tres hores setmanals de "teoria" i una hora setmanal de problemes. Addicionalment hi han programades tres sessions de dues hores de pràctiques al laboratori i a la sala d'ordinadors. Es recomana l'assistència a totes aquestes classes, encara que no és obligatòria.

Com prèviament s'ha exposat, aquesta assignatura assumeix activament algunes de les competències específiques de la titulació. La metodologia d'ensenyament i aprenentatge de l'assignatura s'ha adaptat per tal que l'alumne les poguï treballar al llarg del curs. Les premisses bàsiques de la metodologia escollida és donar la màxima importància al treball continu i a l'assumpció d'un rol actiu per part de l'alumne. Aquestes aspectes també es troben condicionats a la realitat d'un quadrimestre temporalment massa segmentat i on és molt fàcil que l'alumne arribi a desconnectar-se de l'assignatura. La planificació d'activitats de les classes presencials és la següent:

Classes de Teoria (planificació d'una setmana base)

•1era hora de la setmana

Treball de les lectures i introducció dels conceptes que seran tractats al llarg de la setmana. És molt important que l'alumne prèviament llegeixi i contesti al qüestionari de les lectures. Aquest podrà ser recollit per a ser avaluat. En aquelles setmanes sense lectures es farà una classe d'exposició de temari.

•2ona hora de la setmana

Classe essencial per a explicar i desenvolupar els conceptes de teoria.. Serà efectuada mitjançant classes expositives per part del docent.

•3era hora de la setmana

Activitats tutelades per tal que l'alumne aprofundeixi en el tema tractat, reforci els conceptes més importants o realitzi síntesis globals dels blocs del temari. Normalment es treballarà mitjançant petits grups i amb exposició comuna al conjunt de la classe. El treball dels grups podrà ser avaluat.

Classes de Problemes

Setmanalment es proposaran un conjunt d'exercicis (entre 2 a 5) que seran realitzats pels estudiants durant la sessió de problemes. Aquests podran treballar-los a nivell individual o en grup, i contarán amb l'ajut del professor. Aquells exercicis no finalitzats durant la sessió hauran de ser completats al llarg de la setmana per part dels estudiants. A la següent sessió, es passarà

un full de control on els estudiants anotaran els exercicis que han fet. De forma voluntària, els estudiants exposaran i explicaran el desenvolupament del exercicis a la pissarra per a la seva correcció. El professor validarà, completarà i/o aportarà noves formes per abordar la solució de l'exercici. En general, aquells exercicis que no s'hagin intentat fer per part dels estudiants no seran realitzats per part del professor. Al final del curs s'elaborarà una nota d'avaluació a partir dels exercicis realitzats i les exposicions de correcció per part de cada alumne.

Classes de Pràctiques

•Activitats de laboratori

Es farà una sessió pràctica de caracterització de materials al laboratori de la Unitat de Geotectònica. La pràctica s'organitzarà en petits grups d'alumnes que hauran de passar per una

sèrie d'estacions de treball. S'haurà de completar a un qüestionari que s'entregarà al final de la pràctica. L'objectiu d'aquesta activitat és que l'alumne apliqui a nivell pràctic els continguts treballats a les sessions de teoria i problemes. L'eix principal serà l'estimació de models reològics, càlcul de propietats constitutives i la influència dels factors externs en el comportament mecànic dels materials. És treballarà amb materials analògics pels seu elevat grau pedagògic i simplicitat de manipulació. L'activitat es farà sota la supervisió del professor.

•Activitats a l'aula d'informàtica

Dues sessions es faran per a treballar aspectes de l'assignatura mitjançant programes informàtics

estàndards i especialitzats. Es faran una sèrie de petits problemes de caire aplicat on s'avaluarà

l'estabilitat d'un medi. És treballarà en grups reduïts (2-3 alumnes) i a partir d'un guió de pràctiques. L'activitat es farà sota la supervisió del professor.

No s'espera que els estudiants finalitzin de completar el dossier durant la sessió de pràctica, sinó

que hauran de dedicar temps d'estudi personal. El dia consignat hauran de lliurar els resultats de

les pràctiques per a la seva avaluació.

A nivell de metodologia del treball no presencial, l'eina per regular l'autoaprenentatge i dedicació de l'estudiant es farà mitjançant l'elaboració d'una carpeta de la matèria per part de l'alumne (anomenat "diari d'aprenentatge individual"). En aquesta carpeta es recollirà tant la informació de dedicació com aquell material desenvolupat al llarg del curs (anomenades evidències). Aquest material pot incloure des de passar a net els apunts, resums del temari, elaboració dels exercicis de problema, lectura del temari, elaboració d'esquemes, etc. Al llarg del curs es faran dues tutories individuals per constatar el progrés de l'estudiant. S'incidirà en aquells aspectes que generin més dificultats i es proposaran mesures per a solucionar o potenciar l'aprenentatge de l'estudiant. La franja horària es pactarà amb l'alumne i la duració aproximada serà entre 5-10 minuts. Aquestes tutories són obligatòries, i no presentar-se equival a una qualificació negativa.

L'altra gran objectiu de l'assignatura és assolir competències de treball en equip. En gran part també és treballarà de forma no presencial. A nivell d'activitat és farà mitjançant l'elaboració d'un petit treball en grup. Els temes del treball són sobre els aspectes pràctics de la tercera part del temari. El treball final consistirà en una memòria escrita curta entre 4-6 pàgines (més figures i annexes), juntament amb una exposició oral a la classe d'una durada entre 10-15 minuts. Com a indicadors d'autoregulació s'elaborarà un diari on s'explicitarà el funcionament del grup (reunions, planificació del treball, assignació de tasques, nivell d'acompliment dels membres, etc.). Mitjançant tres tutories al llarg del curs és regularà externament el nivell de treball i assoliment dels objectius per part del grup. Durant aquestes tutories, el docent ajudarà i aconsellarà al grup en els seus dubtes. Aquestes tutories són obligatòries, i no presentar-se equival a una qualificació negativa. El suport per a la presentació del treball és de lliure elecció. Finalment, la nota final del grup serà exposada com a una nota total, i els membres s'hauran de repartir i assignar la seva nota atenent les tasques efectuades (autoavaluació del grup).

Mitjançant dues xerrades de caire pràctic es pretén facilitar als alumnes una visió de l'aplicació dels continguts del curs al món professional. Aquestes xerrades seran realitzades per un especialista extern al món acadèmic. Amb això es pretén facilitar una visió diferent a la proposada per part del professor al llarg del curs. Al mateix temps també es vol facilitar a l'alumne la possibilitat d'interaccionar directament amb un especialista. Els temes que és tractaran són els següents (provisional).

- Mesures in situ de les propietats geomecàniques i instrumentalització de la deformació.
- Projecte de reconeixement geològic. Exemple pràctic de la línia 9 del metro de Barcelona.

S'activarà l'assignatura al Campus Virtual com a punt d'informació i suport. En principi, no es preveu cap ús d'aquesta aplicació per a transmetre un aprenentatge no presencial.

Aquesta assignatura no disposa de cap llibre de text. A començament de curs es deixarà al servei de fotocòpies de la Facultat el recull de figures i lectures de l'assignatura. Però, es recomana als estudiants la consulta dels llibres de la bibliografia.

Per finalitzar, la base de la proposta de la present metodologia i distribució de temps es basa en l'experiència adquirida durant els dos darrers cursos on ha estat progressivament implementada i adaptada.

8. Avaluació

Una avaluació qualitativa de l'aprenentatge dels estudiants serà feta durant i després de les sessions de lectures, pràctiques i problemes. També a partir de les diferents tutories en grup o individuals. Atenent aquests resultats, el professor podrà considerar necessari corregir o modificar els continguts del programa per tal de solucionar els problemes detectats en l'aprenentatge dels estudiants.

A nivell d'autoavaluació, s'aconsella als estudiants intentar respondre als exàmens d'anys anteriors, amb la possibilitat de consultar els dubtes al professor. D'altra banda, els estudiants també disposaran d'una aplicació tipus "test" juntament amb la correcció de les preguntes. De cara a l'acreditació de l'assignatura, la nota final correspondrà al sumant de les següents qualificacions:

1. Carpeta de la matèria (o "diari d'aprenentatge"). Ens permetrà avaluar la totalitat del temari de l'assignatura. L'avaluació es farà mitjançant l'entrega per part de l'alumne del seu diari ajuntant els tres materials que millor ha desenvolupat al llarg del curs. Aquests han de ser diversos i no poden correspondre a activitats tutelades ni el treball en grup. El criteri d'avaluació premiarà el grau de desenvolupament del material i si hi ha ampliació dels continguts per part de l'alumne. També es tindran en compte les qualificacions de les tutories durant el curs. Aquesta nota (cm) correspondrà a un 30% de la qualificació final.

2. Treball en grup. Després de la presentació oral en classe, s'haurà d'entregar la memòria escrita i el diari de regulació del grup abans de la finalització del període de classes. Segons el grau d'elaboració, correcció del treball i presentació oral s'assignarà una nota global a tot el grup. Llavors, el grup haurà de repartir la nota entre els seus membres, atenent al grau d'implicació de cadascun. S'haurà de lliurar la nota de cadascun dels membres amb un comentari justificatiu. Aquesta nota (tg) no es modificarà i correspondrà a un 30% de la qualificació final.

3. Activitats tutelades. Al conjunt de qualificacions d'activitats recollides al llarg del curs li correspon un 20% de la qualificació final. Aquesta nota (at) s'aconsegueix del promig de les qualificacions dels treballs de les lectures, presentació d'exercicis i treballs de pràctiques.

4. Examen final. Una darrera nota (ef) serà obtinguda mitjançant l'examen final de Juny. A aquesta qualificació que li correspon un 20% de la nota final de l'assignatura. L'examen consistirà en dues preguntes curtes de teoria i en la resolució d'un exercici de classes de problemes. Per tal de respondre a l'examen, l'estudiant podrà consultar tot aquell material que ha desenvolupat al llarg del curs.

Si totes les diferents qualificacions són superiors a 3, la qualificació final de l'assignatura s'obté mitjançant la fórmula,

$$nf := 0.3cm + 0.3tg + 0.2at + 0.2ef$$

Si $nf \geq 5$, l'alumne ha superat l'assignatura. En cas contrari, $nf \leq 5$ o el $\min(cm, tg, at, ef) \leq 3$, l'alumne no ha superat l'assignatura. Per aquests casos, si l'estudiant s'ha presentat a l'examen final la qualificació a la convocatòria de Juny serà "Suspens", mentre en el cas contrari serà "No presentat".

En el cas de no superar l'assignatura en la convocatòria de Juny, l'alumne tindrà la possibilitat d'una convocatòria al Setembre. L'avaluació consistirà de dues parts:

1. Entrega de tres evidències treballades al llarg del període entre convocatòries. Podran presentar-se mostres prèvies si s'han millorat o completat. Aquesta nota cms correspondrà a un 50% de la nota final.

2. Examen de recuperació. Consistirà en una part teòrica amb quatre preguntes de teoria i

una part pràctica amb dos problemes. Per tal de respondre a l'examen, l'estudiant no podrà consultar cap mena de material. La qualificació ers li correspon un 50% de la nota final.

Per aquest cas la nota final de setembre, nfs, s'obtindrà mitjançant la fórmula,

$$\text{nfs} := 0.5\text{cms} + 0.5\text{ers}$$

Si $\text{nfs} \geq 5$, l'alumne ha superat l'assignatura. Si $\text{ers} < 4$ o $\text{nfs} < 4$ l'alumne no ha superat el curs. Pels casos amb $\text{nfs} > 4$, l'alumne aprovarà si les qualificacions tg i at de la primera convocatòries són majors de 5. Aquesta forma d'avaluació de la segona convocatòria vol premiar el treball responsable i progressiu per part de l'alumne al llarg del curs.

9. Bibliografia comentada

No hi ha cap llibre amb un estructura similar a tot el programa de l'assignatura. Pels dos primers blocs de l'assignatura es recomanen el següents llibres de text.

- Twiss, R.J. & Moores, EM. (1992) *Structural Geology*. Publ. Freeman and Company.

Llibre bàsic per a les assignatures de geologia estructural. No obstant ser en anglès, la seva senzilla redacció el fa fàcil de comprendre. És molt recomanable per la seva exposició clara i el seu caire pedagògic.

- Weijermars, R. (1997) *Principles of Rock Mechanics*. Publ. Alboran.

Llibre de text senzill i complet sobre els aspectes bàsics de la mecànica de roca i la seva aplicació a la geologia estructural. Llibre de referència alhora de tractar els temes dels tensors d'esforç i deformació, i la reologia de fluids. Moltes figures i exercicis per a practicar.

Pel darrer bloc de l'assignatura són recomanables els llibres de text,

- González de Vallejo, L. I. (2002) *Ingeniería Geológica*. Person Educación. Madrid.

No obstant que es tracta d'un llibre més general, els capítols de mecànica de roques i la seva aplicació són força complets pel nivell d'aquesta assignatura. També pot ser molt útil per altres assignatures de la llicenciatura com són Hidrogeologia, Enginyeria Geològica o Geofísica. A part és en castellà. Una mancança del llibre és el seu caire descriptiu i poc pedagògic, i mai no entra en la demostració dels conceptes.

- Hudson, J. A. & Harrison, J.P. (1997) *Engineering Rock Mechanics*. An introduction to the Principles. Elsevier. Oxford.

Molt bon llibre per a comprendre el fonaments de l'aplicació dels principis de la mecànica de roques. Ben estructurat, amb exemples i figures que faciliten la seva comprensió. El grau de complexitat matemàtica és baix i, en general és assequible de seguir les demostracions dels principals conceptes.

Finalment, dins la pàgina Web <http://www.roscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp> podeu consultar la versió electrònica del manual de Hoek, E. (2000) *Practical Rock Engineering*. És una adreça fonamental de cara a l'elaboració dels treballs en grup. A part dins l'arrel principal podeu consultar aplicacions i altres documents relacionats amb la mecànica de roques.

10. Professorat

Teoria, problemes i pràctiques:

Albert Griera. albert.griera@uab.es, 93 581 26 20

Col·laboració a les xerrades pràctiques:

Ignasi Herms (RSE, Aplicaciones Territoriales, S.A.), iherms@rsesa.com, 93 228 92 53 (Llicenciat en Geologia, Enginyer Tècnic de Mines i Màster en Hidrogeologia subterrània).