



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 1079

DATA: 09/09/2014

A P P U N T I

STUDENTE: Vicari

MATERIA: Geologia

Prof. Vigna

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

RIASSUNTI GEOLOGIA

Prof. Bartolomeo Vigna

1. INTERNO TERRA

Densità media rocce: 2-3 Kg/dm³. Strato superficiale: litosfera.

GRADIENTE GEOTERMICO: aumento di temperatura di 3°C ogni 100 m di profondità. -> si può sfruttare per creare energia (geotermia a bassa entalpia).

Applicazioni per scavo gallerie: Gottardo-> aumento notevole temperatura al centro (a causa del notevole ammasso roccioso sovrastante); Monte Bianco-> zona in cui la temperatura diminuisce per presenza faglia che porta acqua glaciale; Gran Sasso-> temperatura si abbassa al centro (circolazione acque carsiche).

Metodo di indagine per scavo gallerie: misuro temperatura per controllare presenza acque in faglia (-> eventuale copertura gallerie con pannelli isolanti).

La litosfera è caratterizzata da placche tettoniche *in movimento (cm/anno)*: fenomeni di orogenesi; nelle zone di scorrimento delle faglie si hanno terremoti.

2. TERREMOTI

Terremoto-> brusca liberazione di energia da parte di una roccia sottoposta a sforzo. Ha origine in un ipocentro e si propaga all'epicentro. Ma ci può essere amplificazione del segnale dovuta a sedimenti fini e giacitura e tipo di strati di roccia. 2 tipi di onda:

-ONDE P (primarie longitudinali): sforzi di compressione e dilatazione;

-ONDE S (secondarie trasversali): direzione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda.

SISMOGRAFI: registrano: rumore di fondo (!disporre la stazione di rilevamento lontano da città); onde P, S; scosse di assestamento. Date tre stazioni di rilevamento si riesce a determinare l'epicentro, mediante le **dromocrone**.

Misurazione: 1. **Magnitudo** (scala **Richter**): determinata da ampiezza e distanza; 2. Scala **Mercalli**: scala di intensità basata su danni prodotti (qualitativa).

Liquefazione dei terreni: presenza di acqua tra i pori della sabbia -> la sabbia si comporta come un fluido

➔ Progettare struttura idonea e fondazioni (es: micropali in profondità -> simile struttura a palafitta).

Individuazione zone a rischio -> analisi dati storici. In ITA criticità sismiche catalogate in 4 categorie (zona 1: > rischio; zona 4: < rischio)

PIEGHE: deformazioni plastiche dell'ammasso roccioso. 2 tipi: **SINCLINALE** (concavità verso l'alto -> la roccia più vecchia è alle estremità)-> funge da serbatoio di acqua+si formano valli; **ANTICLINALE** (concavità verso il basso -> la roccia più vecchia è al centro); **ISOCLINALE** (entrambe le strutture di piega).

Possono inoltre presentarsi pieghe a piccola scala che rispecchiano la struttura a grande scala.

Problemi ingegneristici: venute d'acqua; grandi accumuli di tensione. Le pieghe si possono facilmente vedere grazie a indagini geofisiche. Spesso sono anche presenti fronti di sovrascorrimento (zone alpine): fare attenzione alle venute idriche (attenzione a non prosciugare le sorgenti!).

GIACITURE E CONTATTI DELLE ROCCE

La giacitura è osservabile mediante carotaggi oppure MISURA DELLA GIACITURA DI UNO STRATO: misura dell'**IMMERSIONE** (con bussola misuro direzione che lo strato forma col nord); dell'**INCLINAZIONE** (con inclinometro. 3 tipi di giacitura:

- Orizzontali: andamento parallelo alle isoipse;
- Verticali: retta;
- Inclinati: il limite ha un andamento contrario alle isoipse.

STRATI INCLINATI:

- A **REGGIPOGGIO**: andamento discorde al pendio. Costruire qui!!!;
- A **FRANAPOGGIO**: andamento concorde con il pendio. Si può consolidare il versante mediante tiranti a 90° rispetto alla giacitura + iniezioni di cemento

TIPI DI CONTATTO:

- **STRATIGRAFICO**: si ha un piano di debolezza che separa due strati contigui. Se è presente uno strato millimetrico di argilla, questo funge da lubrificante e può portare allo scivolamento degli strati.
- **TETTONICO**: sono le faglie + zona cataclastica. Si ha generalmente venute idriche importanti.
- **SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ**: contatti, a grande scale di unità geologiche diverse (es: depositi alluvionali e basamento cristallino. Es: discontinuità tra strato di argilla e di ghiaia -> attenzione al dimensionamento di fondazioni (profonde)). Solitamente si hanno depositi alluvionali (valle) e basamento roccioso.

CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE

MINERALE: elemento o composto chimico che è cristallino. Genesis: magmatica, idrotermale, sedimentaria.

spigoli vivi); *CONGLOMERATI* (frammenti a spigoli arrotondati). Si possono inoltre presentare le ghiaie alterate che non presentano buone portanze (caratteristiche simili all'argilla). **2)** In seguito alla cementazione delle sabbie si formano le *ARENARIE* (ha caratteristiche lapidee ma prestare attenzione!). **3) ARGILLE:** PLASTICHE; CONSOLIDATE; SOVRACONSOLIDATE. Le argille plastiche possono causare notevoli problemi (-> fare interventi di consolidamento). Le sovraconsolidate presentano caratteristiche lapidee (buone caratteristiche tecniche).

AMBIENTI DI SEDIMENTAZIONE: continentali (glaciale, fluviale e alluvionale, desertico); misti (deltizio e litorale); marini. *SEDIMENTAZIONE GLACIALE:* formazione morene. Nelle zone retrostanti le morene si trovano depositi argillosi (-> non costruire qui ma piuttosto sulle morene). I depositi morenici sono mal classati e sono anche presenti grossi blocchi (*massi erratici*); fenomeno esarazione glaciale -> *rocce montonate* (ottime caratteristiche tecniche!). *SEDIMENTAZIONE ALLUVIONALE:* presenza di *conoidi*, sia dovuti a frane, sia di tipo alluvionali, contenenti matrice più fine e possono perciò dar origine ai debris flow. *CORSI D'ACQUA:* fiumi (tipologie: lineare, a treccie, a meandri. *A meandri:* c'è argine naturale, barra di meandro -> porzione che in caso di piena può facilmente essere erosa; fondo di canale in argilla. Costruisco delle scogliere per stabilizzare il terrazzo). Problema ingegneristico: quando si costruisce un ponte, non fare rilevati laterali perché in caso di piena essi si comportano come una diga e possono poi provocare onde anomale -> in corrispondenza dell'alveo costruire tutto il ponte con pilastri. Sui terrazzi di un corso d'acqua non costruire (i terrazzi sono suddivisi in fasce). NB: è vietato cavare inerti dagli alvei del fiume -> ma tolto un problema se ne aggiunge un altro, in quanto il letto del fiume si riempie eccessivamente di sabbia. *AMBIENTI LACUSTRI:* ambiente palustre in cui è frequente la torba (argilla organica). *AMBIENTI MARINO-MARGINALI:* delta; presenza di sabbie e siltiti; sistema costiero (laguna; dune; spiaggia emersa; battigia; spiaggia sommersa; piattaforma continentale). In ingegneria spesso si costruiscono i moli per far accumulare naturalmente materiale sabbioso e far riformare la spiaggia che altrimenti è erosa. *DEPOSITI MARINI PROFONDI:* scarpata continentale formata da depositi argillosi; calanchi (argille *marnose*) soggetti a elevata erosione; *FLYSH:* depositi con alternanza argilla/arenaria; si originano nei canion a causa di frane + deposito. **TIPICHE ROCCE SEDIMENTARIE:** arenaria (abbastanza lapidea); ghiaia; conglomerato; breccia; arenaria calcarea.

- b) **ROCCE SEDIMENTARIE CARBONATICHE:** sono rocce solubili (frequente è il fenomeno del carsismo): CALCARI e DOLOMIE; travertini (utilizzato soprattutto per rivestimenti esterni). In ambiente marino formazione delle piattaforme carbonatiche. *Carsismo:* affioramenti di calcare. 2 tipi di calcare: puro e arenaceo. DOLOMIE: calcare con un certo contenuto di magnesio. DOLOMITE è roccia dura ma fragile tendente a microfratturazioni (per tale motivo sono utilizzate per la produzione di inerti).
 - c) **ROCCE SEDIMENTARIE EVAPORITICHE:** composte da gesso, anidrite, salgemma (ottenuto per evaporazione o dalle cave. Ha permeabilità nulla -> ideale per discariche in sottterraneo). L'anidrite tende a rigonfiare a contatto con l'acqua -> problemi ing.
- 3) **ROCCE METAMORFICHE:** fenomeni di diagenesi (compattazione) -> pressioni e temperature elevate. QUARZITE: aspetto massiccio (roccia più dura esistente). SCISTO (micascisti e calcescisti): contiene piani di debolezza che possono generare scivolamento. MARMO: utilizzato per pavimentazioni interne. GNEISS: durezza molto elevata~ granito.

- **SCAVI IN SOTTERRANEO CON INTERCETTAMENTO DI FAGLIE E ZONE CATACLASTICHE:** improvvise e abbondanti venute d'acqua + vedi ambiente carsico e ammassi calcarei. Si verifica inoltre il depauperamento delle acque sotterranee che comporta problemi alla rete acquedottistica (Gran Sasso).
- **SINKHOLE:** sprofondamento rapido e improvviso del piano campagna. Si verifica in presenza di rocce solubili (calcari, gessi, travertini).
- **SUBSIDENZA:** abbassamento del suolo legato a estrazione di sedimenti o fluidi dal terreno.

3.FOTOINTERPRETAZIONE E RILEVAMENTO

STRISCIATA→dall'aereo si riprendono vaste zone di territorio con fotografie in stereoscopia.

STEREOVISORE→ si possono vedere in 3D le fotografie aeree.

FOTOINTERPRETAZIONE → individuazione di limiti geo-morfologici; individuazione di faglie; di aree esondabili, di antichi meandri, conoidi alluvionali, frane da crollo e da scivolamento; laghi interrati

Utilizzo del programma GLOBAL MAPPER per la realizzazione di carte morfologiche.

FOTOCAMERA TERMICA

LIDAR TERRESTRE: si determina la distanza di un oggetto con tecniche laser.

4.INDAGINI GEOFISICHE

Indagini fatte in superficie, veloci, poco costose, ma incertezza sull'interpretazione; non si fa in zone antropizzate xk c'è già campo di fondo! Metodi: gravimetrico, sismica, elettrica.

GEOELETRICA. Usata per: studi stratigrafici, stabilità versanti, ricerca acque. Consiste nell'emettere elettricità nel sottosuolo e misurare la caduta di potenziale dovuta alla resistenza del mezzo roccioso. 4 picchetti:

- Quelli esterni sono gli elettrodi di corrente -> si regola la corrente I
- Quelli interni (M e N) → elettrodi di misura del deltaV con voltmetro.
- La ddp viene convertita con la legge di Ohm nel valore di resistività del terreno. $R=ddp/I$
Argilla: resistività bassa xk contiene H₂O; rocce lapidee: R↑.
- **Profondità = $AB/4$**

SISMICA: 2 metodi: a riflessione e a rifrazione. Ma la sismica non va bene in presenza di H₂O

- A riflessione: impiegato per ricerche petrolifere. Si mettono in evidenza tutte le discontinuità →spaccato sismico (tomografia elettrica). Fornisce diagramma spazio-tempo.
- A rifrazione: le onde che attraversano il terreno vengono riflesse, rifratte e totalmente rifratte. Nel caso di rifrazione totale e nel caso in cui $v_2 > v_1$ → i geofoni rilevano il raggio riflesso.

- **PROVA PRESSIOMETRICA:** viene eseguita per studiare la fattibilità di gallerie, in presenza di materiale sciolto. Immergo nel foro il pressiometro, composto da celle di guardia e di misura. Gonfio il pressiometro con aria e misuro la discesa dell'acqua nella cella di misura.
- **PROVA PERMEABILITÀ:** per verificare dinamica inquinanti nel sottosuolo; consolidamenti dei terreni. Ad un certo punto del foro (con le colonne provvisorie in posizione), ci si ferma e si scava per ulteriori 50 cm. Tale foro viene riempito di ghiaia per evitare il crollo. Si riempie quindi il foro di acqua e si verifica la discesa del livello idrico. La prova può essere eseguita in 2 modi: - a carico variabile (misuro nel tempo l'abbassamento del livello idrico, se questo è lento); - a carico costante (misuro la portata di acqua che immetto. Da usare se il terreno è particolarmente permeabile). ! si può verificare il sifonamento: l'acqua risale lungo le tubazioni provvisorie -> confrontare dati con carta geologica.
- GEOFISICA IN FORO
- **PROVA SCISSOMETRICA:** si applica momento torcente; da fare su sabbie.
- Per posizionare strumentazioni di controllo o per eseguire prove in profondità, posso eseguire fori a **DISTRUZIONE DI NUCLEO**. In tal modo posso attrezzare o **condizionare** il foro. Strumentazioni di controllo vanno posizionate per tempi lunghi. -> sistemi di chiusura CHIUSINI che ricoprono il pozzetto o il passo carraio. Sono sopraelevati in modo che l'acqua non entri; lucchettati.
- **PIEZOMETRO:** tubo (Φ 1 pollice) utilizzato per misurare il livello di falda: tubo lungo, la cui ultima parte è costituita da tubo forellato. Riempio il foro con i seguenti materiali: -ghiaia in basso (pisello del Ticino); bentonite; cemento. Un acquirente automatico raccoglie i dati. Posso anche usare un sondino piezometrico. Misuro quindi la SOGGIACENZA= piano campagna – livello falda.
PIEZOMETRO DI CASAGRANDE: usato per misurare le pressioni interstiziali nei sedimenti fini: filtro collegato a tubicini che indicano la pressione dell'acqua.
- **TUBO INCLINOMETRICO:** per monitorare la stabilità di versanti. Scavo un foro le cui pareti sono cementate; inserisco il tubo (in alluminio!), al cui interno è posta la sonda inclinometrica (costo 10000 \$). Il tubo è dotato di guide. Molte volte il foro che scavo è molto storto -> c'è la possibilità che immergendo la sonda questa rimanga incastrata senza possibilità di recuperarla -> prima di usarla, uso il *testimone*. Poi mando giù l'inclinometro e dal basso, ogni 0,5-1 m misuro l'inclinazione. In automatico lo strumento rileva anche la misura a 90°. La misura 0 serve da taratura e confronto poi le altre misure con essa (circa 4 misure/anno. Ma nel caso di monitoraggio di frana rilevo continuamente dati che possono far scattare sirena). L'inclinometro potrebbe anche segnarmi deformazione=0 ma il terreno si può spostare se la discontinuità è profonda -> prima dell'inclinometro fare la geofisica! !spesso si fanno inclinometro e piezometro vicini -> farli a 3 m uno dall'altro e fare prima l'inclinometro (problema cemento).

SONDAGGI PROFONDI: tecnica *WIRE LINE*: doppio carotiere con carotiere che preleva solo la carota interna
→ non ho bisogno di estrarre ogni volta le colonne.

Costi notevoli: 900 euro per arrivare sul posto; 300 per mettere la tavola verticale; circa **70** per m lineare di foro.

Tipi di vuoti: pori, microfessure -> mezzo **continuo** (il livello di falda è costante: H₂O alla stessa quota)
macrofessure -> mezzo **discontinuo** (livello di falda non costante. Acqua in profondità).

legge del fine: la percentuale di materiale fine governa la permeabilità di un complesso idrogeologico. -> ricostruire curve granulometriche.

distribuzione acqua nei pori: acqua di **ritenzione** (aderisce ai granuli. Si muove per effetto capillare); acqua **gravifica** (soggetta a forza di gravità). Es: argilla ha acqua di ritenzione.

Ripartizione acqua nell'acquifero: mezzo **insaturo** e mezzo **saturo** (al di sotto del livello di falda);

- Mezzo insaturo: (1-100 m): acque di ritenzione + acque di umidità. A) Zona di **evapotraspirazione** (piante che assorbono acqua e riducono frane). B) Frangia **capillare** (risalita capillare dell'acqua). Fare il vespaio (mettere ghiaia + deflusso dell'acqua) per evitare problemi di umidità nelle abitazioni (iglu).
- Livello idrostatico – superficie piezometrica: interessato a risalita acqua (10 m – 100 nei territori carsici).
- Mezzo saturo. Movimenti acqua in orizzontale.
- Substrato impermeabile.

Gradiente idraulico: forza motrice che permette all'acqua di spostarsi da un punto all'altro dell'acquifero. $i = (h_1 - h_2) / l$.

Volume rappresentativo: minimo volume necessario a descrivere l'idrologia di una roccia: roccia porosa < roccia fessurata < roccia fratturata < roccia carsica (in carsiche non riesco a ricostruire superficie piezometrica).

Permeabilità: attitudine del mezzo a lasciarsi attraversare da acqua.

Coefficiente di permeabilità: facilità con cui un mezzo si lascia attraversare da acqua. In m/s: molto basso per l'argilla (10^{-9} m/s).

complesso idrogeologico: insieme delle rocce con stessa permeabilità e stessa situazione geologica.

Permeabilità delle rocce e tipologia di acquiferi

Dalla carta geologica: vedo permeabilità rocce:

- Rocce **impermeabili:** argille plastiche (morfologia varia perché l'acqua non penetra e pertanto erode in superficie); piroclasti; graniti. Sono le sorgenti ideali: il livello di falda è costante nel tempo.
- Rocce **poco permeabili:** ghiaie cementate (conglomerati) e alterate; arenaria; granito molto fessurato (es: Sardegna); roccia scistosa.
- **Mediamente permeabili:** ghiaie in matrice sabbiosa e in limo; dolomie; basalti
- **Altamente permeabili:** ghiaia pulita e sciolta; sabbia di spiaggia: in fiume posso fare un pozzo in subalveo; calcari. Non vanno bene come sorgenti poiché ho variazioni periodiche del livello di falda, in funzione delle precipitazioni -> in queste zone prelevo l'acqua da pozzi.

Tipologie di acquifero: acquifero **libero** e in **pressione** (sta sotto rocce impermeabili e se non ostruito tende a salire fino a superficie virtuale. Solitamente è l'acquifero incontaminato. Caso particolare è pozzo

<p>-Frana da crollo</p>	<p>ammassi rocciosi lapidei fratturati</p> <p>Fattori predisponenti: pendenze e fratturazioni superficiali: fratture di detensionamento / trincee</p> <p>Fattori scatenanti: terremoto, presenza acqua (sottospinta idraulica).</p> <p>Frana molto veloce e difficile da prevedere.</p>	
<p>-Frana da ribaltamento</p>	<p>Blocchi arenaria, calcarenite (ITA centrale)</p> <p>Fratture di detensionamento</p> <p>Sono del tutto simili alle frane da crollo, ad eccezione della litologia.</p>	
<p>-Frana da scivolamento planare Zona di stacco, zona di traslazione, zona di compressione.</p>	<p>Rocce stratificate a franapoggio</p> <p>Piano di scivolamento, pendenza. Presenza di fratture di detensionamento – luogo di infiltrazione H₂O</p> <p>Pioggie molto intense; disboscamento (-> infiltrazione H₂O)</p> <p>Molto veloci e prevedibili</p> <p>Si possono individuare con inclinometro (trovo distanza del piano di scivolamento. Intervento: a monte faccio pozzo di captazione acqua.</p>	
<p>-Frane da scivolamento rotazionale (molto ricorrenti in ITA)</p> <p>Frana da scivolamento: da monte: <u>fratture di detensionamento</u> (si può mettere una spia: un vetro che in caso di movimento si rompe); testata; gradino; scarpata principale; fianchi; superficie di scorrimento; fronte; zona di accumulo.</p>	<p>Rocce con granulometria fine (argille, marne)</p> <p>Granulometria fine</p> <p>Periodi umidi, costruzioni antropiche</p> <p>Fenomeni intermittenti: può non verificarsi nulla per 50 anni. Fenomeni lenti.</p> <p>Si formano dei gradini piani: ma non devo costruire su queste superfici!! La prima cosa che devo fare: prove geotecniche. +attenzione alle <i>argille varicolori</i></p>	
<p>-Soil slip (colate)</p>	<p>Suolo</p> <p>Pendenza</p> <p>Pioggie abbondanti</p> <p>Molto veloci</p> <p>Soluzione: canalette di drenaggio.</p>	
<p>-Debris flow (colate detritiche) – Mud flow (colate di fango)</p>	<p>Depositi detritici</p> <p>Accumuli detritici</p> <p>Pioggie intense che saturano i detriti (o scioglimento di neve).</p> <p>Abbastanza veloci con portata variabile</p> <p>Si formano le <i>conoidi alluvionali</i>. Spesso in mezzo al paese scorre un piccolo torrente. Ma non costruire vicino perché quando c'è il debris flow viene giù molto materiale! Caratterizzati da gradienti inversi di granulometria Interventi: reti, briglie</p>	
<p>-Colate di fango (mud flow) (ita centro meridionale)</p>	<p>Argille /cineriti</p> <p>Pendenza</p> <p>Pioggie intense</p>	
<p>-Frane da sprofondamento – sinkhole</p>	<p>Rocce di diversa natura</p> <p>Presenza di vuoti sotterranei (molte volte per colpa</p>	

la verticalità (20 kE).
Monitoraggio 7: livelli piezometrici: sensore + acquirettore collegati alla superficie con un cavo.
Monitoraggio 8: pluviografo. !confrontare dati pluviografo, livelli di falda, inclinometro (per vedere se il movimento dipende dall'acqua).
Monitoraggio 9: tecniche sperimentali - SAR: radar che rileva gli spostamenti relativi del punto scatter, ma solo se piccoli.
Eventualmente la geoelettrica per osservare presenza di acqua.

INTERVENTI SUI VERSANTI INSTABILI

Prima di fare gli interventi bisogna: 1) capire il tipo di frana (tipologia di roccia, piani di scivolamenti), 2) Fare il monitoraggio per progettare la soluzione migliore.

-Su pendii con fenomeni di intensa erosione/ piccole frane da scivolamento	-Movimenti di terra: riprofilatura del versante	
	-Interventi di ingegneria naturalistica: inerbimento: riduzione acque di infiltrazione; georeti (per mantenere fissa la semenza); geogriglie (griglie a nido d'ape, per pendenze < 40°); idrosemia; prati armati (si riesce a far crescere su pendii molto erti e con rocce non adatte alla crescita: rocce scistose, argille varicolori. È un brevetto)	
	- vimate: creo dei terrazzi. Pendenza max= 45°. Una variante è la palificata.	
	- Regimazione delle acque di ruscellamento superficiale: creazione di canalette ortogonali alle linee di flusso e che convogliano l'acqua in una canaletta principale // alla linea di flusso. Deve passare sotto il piano campagna e ci vuole manutenzione (cantonieri).	
Pendii di roccia lapidea con frane da crollo (interventi sul versante + ai piedi del versante)	- disgaggio materiale (bonifica): tolgo grossi massi e apparati radicali delle piante (che permettono l'infiltrazione di acqua).	
	- reti metalliche: reti perfettamente aderenti all'ammasso (altrimenti si formano zone di accumulo. Vantaggi: costi bassi, semplici. Svantaggi: durata limitata, trattengo solo piccoli blocchi -> per i grossi blocchi mettere funi d'acciaio .	
	- spritz beton: miscela H2O cemento spruzzata su parete (ma deve essere pulita!) o su rete elettrosaldata. Si usa molto per le gallerie e per impermeabilizzare un canale. + uso additivi coloranti. Ma usare solo in zone calde con poca umidità (altrimenti mettere foro di drenaggio).	
	- Barriere metalliche: rete (per blocchetti) + cavi (per grossi blocchi). Le travi a T sono incernierate + tirantatura della rete per consentire di assorbire attivamente l'energia cinetica.	
	- Vallo paramassi: riporto il materiale : rocce detritiche.	
	- Gallerie artificiali: possono essere a sbalzo (ma non conviene). Proteggo frane + valanghe.	
Ammassi fratturati con grossi blocchi	- Contrafforti: muri di sostegno al blocco. Poco usati	
	- Ancoraggi: eseguo una perforazione. Devo indicare una profondità (faccio la <i>geofisica</i>) e l'angolo (a 90° rispetto alla frattura. Devo perciò calcolare la <i>giacitura</i>).	
	- chiodatura: opera passiva che lavora a taglio: funziona quando lo strato di roccia scivola; il chiodo esprime uno sforzo di taglio eguale	- tirantatura: mi ancoro alla roccia sana esprimendo uno sforzo di trazione che, attivamente, cuce lo strato instabile a quello lapideo.

	<p>Briglie selettive a finestra Briglie con rete -SOGLIE: muro in cls più basso con la funzione di rallentare la corrente e evitare l'abbassamento del fiume. + scalittiche per risalita pesci.</p>
--	--