



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO: 1442A -

ANNO: 2015

# **A P P U N T I**

STUDENTE: Piazzese

MATERIA: Geologia Applicata. Prof.Fiorucci

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

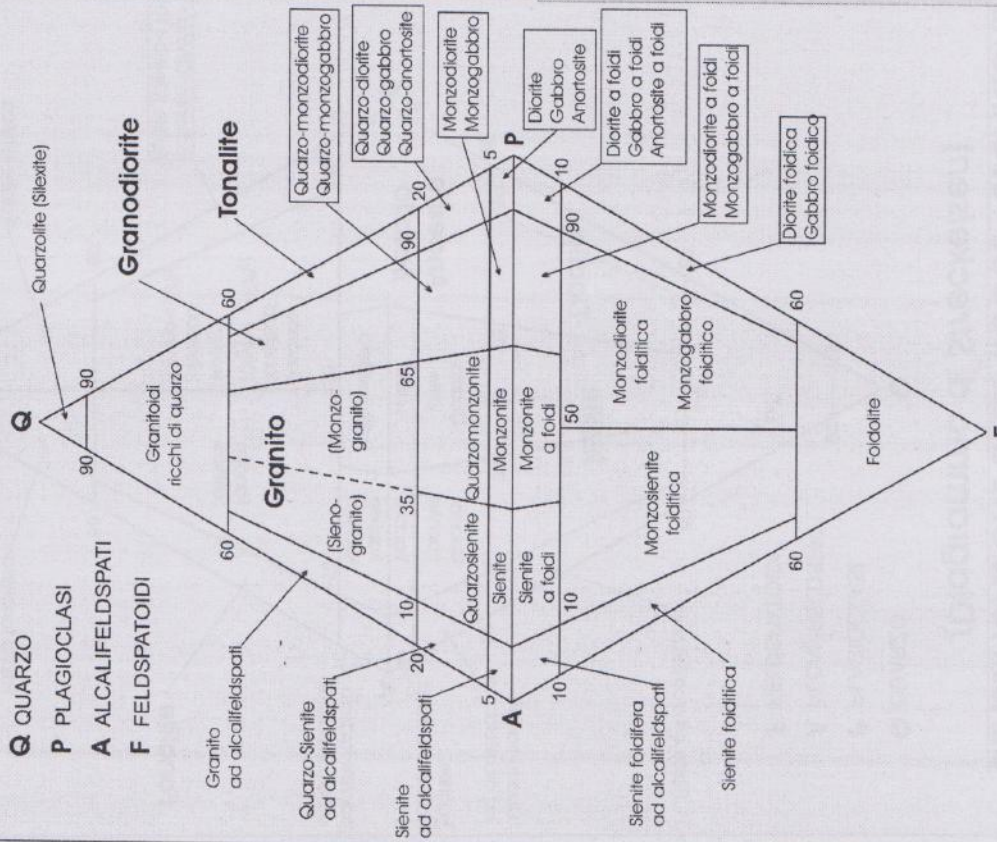
Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica 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.**

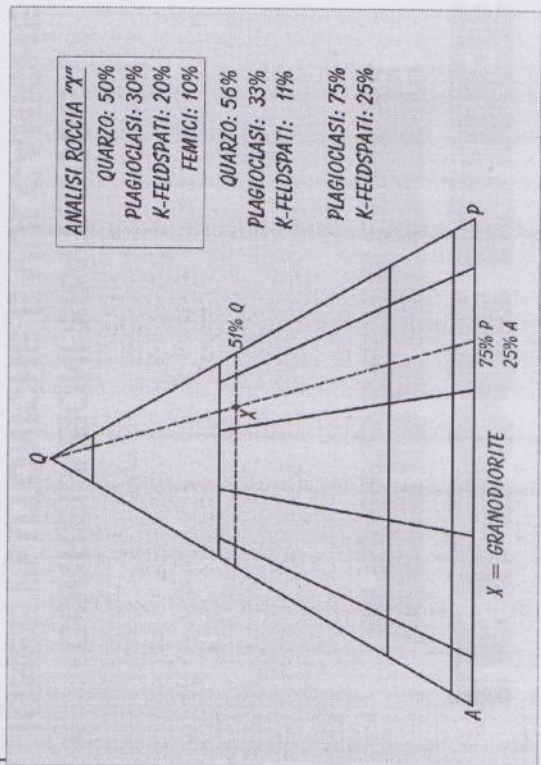
# LE ROCCE IGNEE PLUTONICHE

IL RAFFREDDAMENTO AVVIENE  
A PROFONDITÀ E PRESSIONI  
ELEVATE E IN TEMPI MOLTO  
LUNGI (milioni di anni)

## CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE PLUTONICHE (Diagramma di Streckeisen)



QUESTA CLASSIFICAZIONE È VALIDA PER ROCCE CON UN CONTENUTO DI MINERALI  
MAFICI (OLIVINE, PIROSSENI, ANFIBOLI E GRANATI) INFERIORE AL 90%





## APPUNTI DI GEOLOGIA APPLICATA

### 1. PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE ROCCE


#### 1. Resistenza alla compressione ( $\sigma$ ) [Mpa]

È opposta alle forze che tendono a rompere la roccia per **schacciamento**. Essa è  $f$  (proprietà meccaniche dei minerali costituenti la roccia, proprietà meccaniche dell'eventuale cemento presente tra i minerali, proprietà meccaniche e orientazione delle microfratture e discontinuità in genere, composizione mineralogica)

Classifica rocce in base alla loro  $\sigma$  [MPa] (range di valori):

Argillite	10-100
Arenaria	20-170
Calcare	30-250
Gneiss	50-200
Marmo	100-250
Graniti	100-250
Quarzite	150-300
Basalti	150-300

senso crescente



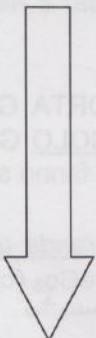
#### 2. Resistenza alla trazione ( $\sigma_t$ )

È opposta alle forze che tendono a rompere la roccia per **trazione** resistenze a compressione nelle rocce sono **SEMPRE** maggiori rispetto a quelle di trazione.

Classifica rocce in base alla loro  $\sigma_t$  [MPa] (range di valori):

Argillite	2-10
Arenaria	4-25
Calcare	5-25
Gneiss	5-20
Marmo	7-20
Graniti	7-25
Quarzite	10-30
Basalti	10-30

senso crescente



#### 3. Resistenza al taglio ( $\sigma_t$ )

È opposta alle forze che tendono a rompere la roccia per **scorrimento**. Essa è  $f$  (coesione, attrito).

Def COESIONE: dipende dal grado di cementazione dei diversi componenti della roccia o dalle forze che legano i minerali tra loro (!NB: spesso queste forze sono di natura elettrostatica, come ad esempio nelle argille).

Def ATTRITO: dipende dalle dimensioni, dalla natura mineralogica, dal grado di sfericità, dal grado di arrotondamento dei componenti della roccia.

## 2. CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE

Le rocce si dividono in 3 grandi categorie:

### IGNEE

Raffreddamento dei magmi

### SEDIMENTARIE

Diagenesi di sedimenti di diverse origini:

### METAMORFICHE

Di contatto (aumento di T più veloce di P)

Residuali (suolo)

Di seppellimento

(aumento di P più veloce dell'aumento di T)

Detritiche (es. arenarie, conglomerati...)

Chimiche (es. carbonatiche, evaporitiche)

Dinamotermico o Regionale (aumento simultaneo di P e T)

Organiche (guano)

### IGNEE

Si dividono in Intrusive ed Effusive. Nelle Intrusive il raffreddamento di magma avviene a elevate profondità e in tempi relativamente lunghi. Nelle Effusive il raffreddamento avviene in superficie e in tempi relativamente brevi.

Rocce ignee intrusive con il corrispettivo effusivo:

#### INTRUSIVO

Granito  
Gabbro, Diorite, Anortosite

#### EFFUSIVO

Riolite  
Basalto (formato essenzialmente da plagioclasti)

### RICORDA

- LAVE VISCOSE: sono più ricche in Silice (>70% di SiO<sub>2</sub>), sono più acide.
- LAVE FLUIDE: sono meno ricche in Silice (<70% di SiO<sub>2</sub>), sono meno acide.
- Differenza Rocce SILICEE/SILICATICHE: Silicee sono sedimentarie, Silicatiche sono Ignee.
- Tra le IGNEE INTRUSIVE distinguiamo le BATOLITI che hanno scala regionale e i PLUTONI che sono dell'ordine di grandezza degli edifici.
- PROPRIETA' DEL MARMO: ha una STRUTTURA ANISOTROPA, dunque soffre le variazioni di Temperatura poiché i cristalli che compongono i minerali di cui è formato, si dilatano in modo differenziato (cioè con tempi diversi) lungo l'asse z rispetto agli assi x e y.   
*(della calcite)*
- PROPRIETA' DEL GRANITO: ha delle scarse caratteristiche tecniche SOLO Superficiali (per il resto è Ottima Portanza e Durezza), viene eroso dagli agenti esterni e i granuli erosi danno luogo ai Sabbioni Granitici.



## SEDIMENTARIE

Subiscono la sedimentazione come passaggio ultimo dopo l'erosione da altre rocce e il trasporto.

Def. Sedimentarie sciolte: con assenza di cemento e sono sedimenti giovani (es. Ghiaie o Sabbie sciolte)

Def. Sedimentarie lapidee: con presenza di cemento (per lo più carbonato di calcio) e sono sedimenti antichi (es. Arenarie)

Differenza ARENARIA/ARENITE: l'arenaria è una roccia sedimentaria lapidea di più tipi di sabbie (poligenica), mentre l'arenite è di un solo tipo di sabbia (monominerali).

Def. Sedimentarie Residuali: solo il suolo, ovvero residuo dell'alterazione della roccia madre in posto oppure superficie eluvio/colluviale (ma definizione "delle balle" secondo Fiorucci).

Def. Sedimentarie Detritiche: formati dalla diagenesi di sedimenti sciolti.

### SEDIMENTO SCIOLTO

Sabbia  
Ghiaia  
Argilla  
Silt

### SED. CEMENTATO

Arenaria (monominerali Arenite)  
Conglomerato  
Argillite  
Siltite

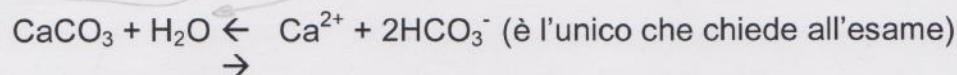
Def. Sedimentarie Carbonatiche: si formano per precipitazioni di soluzioni sovra sature (es. Calcare)

CARBONATICHE → classificazione di Folk è f(percentuale di cemento e matrice)

classificazione di Dunham è f(contenuto in granuli o fango → tessitura Granulo sostenuta o fango sostenuta)

→ usare l'acqua BrioBrio - nei prati TO!

### EQUILIBRIO CHE REGOLA LA FORMAZIONE DELLE ROCCE CARBONATICHE:



**!Def. TRAVERTINO DI SORGENTE/CASCATA:** travertino di sorgente (aspetto compatto) si forma da venti a giorno di acque calde gasate, che perdono  $\text{CO}_2$ , si sposta verso sinistra l'equilibrio sopra riportato e precipita  $\text{CaCO}_3$  → ci sono organismi detti alghe calcaree che fanno precipitare il carbonato.

Travertino di cascata (aspetto spugnoso):  $\text{H}_2\text{O}$  si nebulizza, l'equilibrio si sposta verso sinistra.

Def. Sedimentarie Evaporitiche: analogamente alle prime ma tra queste troviamo ad es. i Gessi.

Def. Dolomie: carbonato doppio di calcio e magnesio →  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Composizione Arenaria: quarzo + calcite

## **METAMORFICHE**

Per prima cosa occorre schematizzare i passaggi fondamentali del metamorfismo sia esso Di contatto, di seppellimento o dinamico termico.

Esempio: Metamorfismo di una Argilla.

- 1.ARGILLA →→→ 2.ARGILLITE →→→ 3.FILLADE→→→ 4.SCISTO→→→  
5.GNEISS →→→ 6.GRANULITE→→→ 7.ANATESSI (fusione)

Def. Argilla: sedimento sciolto

Def. Argillite: roccia consolidata o sovra consolidata

Def. Fillade: presenta scistosità & foliazione (NON c'è la MICA)

Def. Scisto: presenta SCISTOSITA'\*\* (ovvero PRESSIONI ORIENTATE e C'è la MICA)

\*\* SCISTOSITA' ≠ STRATIFICAZIONE (poiché la prima sono pressioni orientate e la seconda è una questione di giacitura, ovvero strati che si sono formati attraverso le varie ere geologiche)

Def. Gneiss: presenta anch'esso pressioni orientate ma può derivare da rocce Ignee (Orto gneiss), da Sedimentarie (Para gneiss), da Metamorfiche (Meta gneiss).

Def. Laccolite: ha forma Lenticolare (a forma di lente), è magma raffreddato ma è poi prodotto del metamorfismo di contatto. Viene a giorno a seguito dell'erosione delle rocce incassanti il batolite.

Def QUARZITE: è una roccia metamorfica MONO minerale che NON PRESENTA SCISTOSITA'.

Def MUSCOVITE: minerale di neo-formazione su rocce metamorfiche

Def ANTRACITE: metamorfismo delle torbe

Def CLIVAGGIO: è una caratteristica delle metamorfiche che sottoposte a pressioni e pressioni "di contenimento" sicché il MATERIALE NON SI FRATTURA MA SI PIEGA.



### ALTRE IMPORTANTI DEFINIZIONI

Def. FAGLIA: frattura lungo la quale c'è STATO MOVIMENTO

Def. CATACLASITE: materiale FAGLIATO (ha subito un forte stress) e presenta curve uncinata. Non è autoportante, anzi diventa quasi sciolto. È spesso materiale fratturato e saturo d'acqua.

Def. ROCCIA CONSOLIDATA: ha subito un carico litostatico pari al carico litostatico attuale, è il consolidamento avviene con la perdita d'acqua da parte della roccia.

Def. ROCCIA SOVRACONSOLIDATA: ha subito un carico litostatico SUPERIORE al carico litostatico attuale (es. un'argilla può essere sia consolidata che sovraconsolidata).

Def. MINERALI ARGILLOSI O FILLOSILICATI: sono diversi dall'argilla in sé, hanno una precisa natura del cristallo → Cristalli PIATTI (base prevalente rispetto all'altezza, quindi hanno una grande superficie di contatto e nascono delle Forze elettrostatiche tra i grani!)

Def. SEDIMENTO: Scheletro + Matrice

Def. ROCCIA: Scheletro + Matrice + Cemento

Def. LEGGE DEL FINE: la matrice occupa i vuoti lasciati dallo scheletro, ma i vuoti lasciati dalla matrice sono occupati da aria o Acqua → la permeabilità di un terreno (materiale sciolto) o di una roccia (materiale coesivo) è determinata dalla granulometria del materiale FINE, che ricordiamo essere:

- |           |                         |
|-----------|-------------------------|
| 1 Ghiaie  | (clasti > 2 mm)         |
| 2 Sabbie  | (62 μm < clasti < 2 mm) |
| 3 Limi    | (2 μm < clasti < 62 μm) |
| 4 Argille | (clasti < 2 μm)         |



## 5. DEFORMAZIONI DELLE ROCCE

*(rigide)*  
Def. DEFORMAZIONI FRAGILI: FAGLIE

Def. DEFORMAZIONI PLASTICHE: PIEGHE

### RICORDA

- FAGLIA DIRETTA o NORMALE: sforzi DISTENSIVI (muro sopra il tetto)
- FAGLIA INVERSA: sforzi COMPRESSIVI (tetto sovrasta il muro)
- FAGLIA TRASCORRENTE: può essere sia destra che sinistra a seconda qual è il lato trascorrente dell'ammasso che si muove e *strega*.
- FALGLIA SINTETICA: si forma per prima.
- FAGLIE ANTITETICHE: sono famiglie di faglie ortogonali alla sintetica. *Le cui righe secondarie permettono ai terreni di distinguere delle principali*
- HORST: innalzamento in un sistema di faglie Dirette.
- GRABEN: avvallamento in un sistema di faglie Dirette.
- MILONITE: come la Cataclasite ma sono Micro fratturazioni dell'ammasso.
- TRUST: faglie Inverse quasi coricate.
- PIEGA ANTICLINALE: CONVESSITA' VERSO L'ALTO
- PIEGA SINCLINALE: CONVESSITA' VERSO IL BASSO
- DUOMO SALINO: tende a risalire e genera delle tensioni nelle rocce circostanti.
- TETTONICA SALINA: insieme di fratture e faglie provocate dalle pressioni di un duomo salino.
- FRONTE DI ACCAVALLAMENTO: "FALDA" (nel senso di piega coricata) sovrascorsa su un'altra (rughe su rughe o solchi su solchi)
- SOLCHI: ambiente di bacino
- RUGHE: ambiente di piattaforme
- LINEA INSUBRICA: divide le faglie Europa - vergenti da quelle Africa - vergenti
- VERGENZA: direzione verso cui tende a coricarsi o ribaltarsi una faglia
- DIAPIRO SALINO: tende a gonfiarsi per idratazione dell'anidrite a gesso.

!!! associazione PIEGA-FAGLIA si verifica solo per FAGLIE INVERSE!

!!! se ho una serie stratigrafica rovesciata rispetto alle ere geologiche, devo pensare che sia associata a una PIEGA SINCLINALE.

Def. RUGOSITA' DELLE FRATTURE: (diversa dalle rughe degli ambienti di piattaforma) è una proprietà delle fratture e si misura il grado di rugosità con il Pettine di Barton, ovvero, un aggeggio con denti retrattili e si appoggia sulla frattura. Più denti si ritraggono più è rugosa la frattura.

## 6. I SUOLI

Def. SUOLO: prodotto dell'alterazione della roccia madre (roccia in posto)

Def. PALEOSUOLO: Secondo Vigna → Suolo Antico

Def. PALEOSUOLO: Secondo Fiorucci → Suolo in cui si è interrotta la pedogenesi e comunque suolo molto alterato.

Def. REGOLITE: passaggio da roccia madre a suolo (in pratica l'orizzonte C)

Def. COPERTURA ELUVIO-COLLUVIALE: suolo allóctono, cioè che non si è formato in posto

Def. ELUVIO: si è generato senza subire trasporto

Def. COLLUVIO: ha subito trasporto



Def. FUSTELLE: vengono utilizzate per trasportare il campione in laboratorio e vanno silconate affinché non perdano o acquisiscano acqua.

RICORDA

- Dalle carote NON si possono calcolare immersione, direzione, inclinazione
- Nelle cassette dove vengono deposte le carote estratte da portare in laboratorio, occorre posizionare dei teloni in plastica per non fargli né perdere né acquisire umidità dall'esterno
- I SONDAGGI POSSONO ESSERE → a DISTRUZIONE DI NUCLEO  
→ a CAROTAGGIO CONTINUO (recupero della carota)
- OCCHIO ALLE LENTI che possono avere una minima estensione e dunque dare fastidio (possono sembrare un'anomalia) da un punto di vista della stratigrafia del sito → a volte danno e a volte non danno problemi tecnici.
- OCCHIO alla correlazione stratigrafica troppo affrettata, a volte una stratigrafia non termina in un punto perché lì si finisce quello strato specifico, ma perché ho incontrato un qualcosa che mi ha bloccato la corona e mi impedisce di scavare oltre.
- Se mi interessa recuperare il campione devo andare a secco altrimenti se uso l'acqua di perforazione mi falsa il campione (es. dilava una ghiaia che non era pulita in realtà)
- IMPORTANTE DARE L'INDICAZIONE A FONDO FORO (spessore del fondo foro altrimenti i sondatori vanno a stringere e poi non riusciamo a mettere i tubi del piezometro oppure la strumentazione inclino metrica o quello che ci serve perché non abbiamo un foro di diametro adeguato.
- PER I SONDAGGI AMBIENTALI, occorre usare ACQUA POTABILE come acqua di perforazione, o comunque non inquinata, per non far arrivare all'acquifero un eventuale inquinante.
- SE TROVO MATERIALE PERMEABILE, PERDO L'ACQUA DI PERFORAZIONE, altrimenti riesco a recuperarla.
- TOGLIERE IL PRIMO STRATO DELLA CAROTA, di circa un centimetro, (ad es. spesso si crea nei materiali sabbiosi una crosta d'argilla che nasconde la vera natura del campione → va eliminato)

**8. PROVE IN FORO**

(statica)

Def. PROVA PENETROMETRICA: infiltrazione di una punta in acciaio nel terreno, si infinge un certo numero di colpi definito, si conta il numero di colpi necessari a far scendere la punta di una certa profondità → PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: si fa cadere un maglio di determinato peso  $Q$  e si conta il numero di colpi per un determinato approfondimento.

Def. PROVA PRESSIOMETRICA: si misura la pressione che è possibile esercitare sulla membrana e si misura anche la permeabilità lungo un tratto. La prova pressiometrica la fa direttamente l'ingegnere calando un pressimetro in foro, si aumenta progressivamente la pressione e si misura a quella profondità quale pressione è in grado di sopportare il terreno. (es. galleria)

Def. SCISSOMETRO: doppie palette tipo mulino infisse nel terreno e fatta ruotare → a seconda della resistenza incontrata dallo scisso metro si misura lo sforzo al taglio → da cui derivano le prove scisso metriche

Def. PROVE SCISSOMETRICHE: misurano resistenza al taglio del terreno

Def. PROVE DILATOMETRICHE: misuriamo la resistenza del terreno a dilatazione se una membrana deformabile viene fatta espandere a seguito delle sue infiltrazioni nel terreno.



Def. PIEZOMETRO DI CASAGRANDE (cella di Casagrande): serve a misurare le pressioni interstiziali.

!!! è bene fare prima l'inclinometro e poi il piezometro (così la boiaccia cementizia usata per cementare l'inclinometro si è già asciugata, e non c'è pericolo che vada a otturare il tubo fessurato del piezometro. O comunque fare inclinometro e piezometro ragionevolmente distanti.

## 10. SCAVO DI POZZI

Def. PERFORAZIONE A PERCUSSIONE: con la cucchiara si toglie materiale dal foro e contemporaneamente una sorta di tavola rotary va a scatti alternati orari e antiorari e a percussione cioè battendo sul foro le aste, si procede a scavare.

Def. PERFORAZIONE A ROTAZIONE: è la tavola rotary che svolge il lavoro principale, con assenza di movimento di percussione.

Def. PERFORAZIONE A ROTO-PERCUSSIONE: è il metodo più efficiente perché avanza velocemente ma non si capisce bene il motivo, scava fori di diametro max 30 cm.

Def. FLUSSO DIRETTO (CIRCOLAZIONE DIRETTA): l'acqua di perforazione (o il fango bentonitico) scende attraverso le aste e risale lungo le pareti

Def. FLUSSO INVERSO: l'acqua di perforazione scende attraverso le pareti e risale lungo le aste

Def. BENNA MORDENTE: una sorta di chela di granchio seghettata, molto potente usata soprattutto nei primi metri di scavo.

Def. TECNICA A MARTELLO FONDOFORO (a secco): non mi serve ad avere la stratigrafia, ma mi serve a trovare a che livello ho l'acqua (in pratica scavo senza acqua di perforazione) → così non mi confondo se vedo uscire acqua tra quella di perforazione e quella che esce perché ho sfondato il tetto impermeabile dell'acquifero → in questo caso la testa è eccentrica (ovvero non centrata) di modo che ruotando faccia un foro a sezione più larga per potervi inserire i tubi piezometrici o quelli del pozzo.

Def. STRUMENTAZIONE DI SCAVO ELICOIDALE: si usa ad esempio per le trivellazioni, e si può usare SOLO SU MATERIALE SCIOLTO, poiché su materiale cementato ci lasciamo l'elica.

Def. POMPA SOMMERSA: è quella pompa usata per portare su l'acqua dal pozzo e DEVE LAVORARE SEMPRE AL DI SOTTO DEL LIVELLO DINAMICO DELL'ACQUIFERO → il livello dinamico è funzione della portata dell'acquifero e della portata dell'elettropompa e viene calcolato tramite delle prove di pozzo.

Def. PREVALENZA DELL'ELETTROPOMPA: profondità alla quale la pompa lavora al max delle sue prestazioni.



## METODI D'ESPURGO DEI POZZI

- POMPAGGIO: pompa sommersa attacca e stacca in maniera alternata che pulisce il pozzo e il filtro.
- PISTONAGGIO: viene mandato giù un pistone che pressa l'acqua e questa acqua esce in pressione in tutte le direzioni pulendo il filtro.
- LAVAGGIO: mando giù acqua e polifosfato di sodio.
- ARIA COMPRESSA: insufflaggio di aria a fondo foro.

Dal Tanzini => pag. 58 ÷ 66.

Correlazione tipo di terreno - Tipo di Sondaggio.

- Terreni Argillosi → Carotaggio Continuo (poiché si vuole acquisire un quadro completo sullo stato geostatico e caratteristiche meccaniche del terreno con prove penetrometriche, di lato metriche, pressometriche e geofisiche in foro).
- Terreni Sabbiosi → Carotaggio continuo (per gli stessi motivi di prima) e in più per verificare anche tramite una cella di Casagrande, le entità delle sovrappressioni interstiziali → pericolo liquefazione (causate da shock sismici e vibrazioni).  
Sabbiosi sciolti
- Ammassi Roccosi → Carotaggio Continuo (stato geostatico, stato di fratturazione, prove pressometriche perché l'acqua nelle fratture va in pressione)  
anche prove idrauliche per geostatico dell'ammasso.

## APPUNTI DI GEOLOGIA APPLICATA SECONDA PARTE

### 12. METODI PER IL RINFORZO DEI TERRENI

Uno dei metodi più usati per rinforzare un terreno dal punto di vista della portanza, è quello di eseguire delle fondazioni con dei pali infissi nel terreno. Oppure se i primi metri di terreno su cui effettuare le fondazioni hanno scarsa portanza (es. presenza di sostanza organica) allora vengono usati per "bypassare" lo strato a scarsa portanza e arrivare al substrato con adeguata portanza.

MICROPALI → sopra i MICROPALI → si mette un PLINTO → sopra il plinto parte un PILASTRO

Def. PALI con TECNICA JET-GROUTING: scavo a distruzione → mando il cemento in pressione → stabilizzo il terreno. Si tratta di Diaframmi di pali che mi servono a stabilizzare il terreno durante i lavori. Oppure si usano per aumentare la portanza a lavori ultimati.

### PARTE DI IDROGEOLOGIA

Def. CORPI IDRICI SUPERFICIALI: rappresentano la parte di precipitazioni che ruscella (R) (ovvero la differenza tra la precipitazione totale ( $P_{tot}$ ) e la somma della quota parte di precipitazioni che si infiltra (I) ed evapo - traspira ( $E_{tp}$ ) →  $P_{tot} = R + E_{tp} + I$ ).

Def. CORPI IDRICI SOTTERRANEI: sono il risultato della quota parte di precipitazioni che si infiltra (I) nel sottosuolo e raggiunge gli acquiferi.

!!! Le precipitazioni solide si infiltrano in maniera differita rispetto a quando precipitano (deve prima fondere la neve), al contrario di quelle liquide che invece iniziano sin da subito il processo di infiltrazione.

#### **Meccanismo di ricarica dell'acquifero.**

Se piove su un mezzo poroso, occorre vedere se l'insaturo è asciutto o "inumidito" d'acqua di ritenzione. Infatti, se piove su un terreno già saturo (o meglio inumidito) d'acqua, la precipitazione riesce ad infiltrarsi attraversando lo strato poroso fino a raggiungere l'acquifero. Se invece il terreno è secco, la prima pioggia non arriva a ricaricare l'acquifero, ma viene trattenuta dal terreno fino alla sua completa "umidificazione".

DEF. DI SOGGIACENZA: (detta con altre parole) altezza dello strato insaturo.

#### RICORDA

- ROCCIA COMPATTA: è impermeabile per sua natura.
- ROCCIA FRATTURATA: l'acqua può raggiungere le zone sature.
- ROCCIA FRATTURATA E CARSIFICATA: possono essere sia calcari che gessi o evaporiti.
- Sono MATERIALI POROSI quelli con granulometria da grossolana a mediamente fine. (per capirci da ghiaie a sabbie grossolane).
- Nei MATERIALI FINI: aumenta la porosità ma diminuisce la permeabilità.
- UN MEZZO POROSO SI DICE CONTINUO (ovviamente se i pori sono interconnessi, non come nel caso della pomice) → mezzo continuo le pressioni esercitate dall'acqua si trasmettono tra i grani IN TUTTO IL MEZZO.



Def. POROSITA' SECONDARIA: si forma successivamente alla diagenesi della roccia, fondamentalmente si tratta della fratturazione → ovviamente una fratturazione superficiale con fratture non interconnesse non dà problemi di carattere strutturale, poiché l'acqua ruscella sulla superficie e non va in pressione nelle fratture, cosa che invece capita nelle fratture interconnesse.

Def. COMPLESSO IDROGEOLOGICO: è l'insieme di termini litologici simili aventi comprovata unità spaziale e giacitura, un solo tipo di permeabilità (ovvero tutta primaria o tutta secondaria → !!! per esempio però NON UNIRE permeabilità per carsismo e per fratturazione come fossero dello stesso tipo anche se sono entrambe secondarie perché sono comunque due tipologie totalmente differenti !!! e un grado di permeabilità che si mantiene in un campo di variazione ristretto (ovvero ad es. permeabilità che va da quella delle sabbie fini a limi grossolani, ma NON da ghiaie ad argille).

PERMEABILITA' DI UN'ARGILLA:  $10^{-9} - 10^{-11}$  m/s → è impermeabile perché ci mette centinaia d'anni per percorrere uno spessore significativo di terreno e non perché non vi entri dell'acqua.

RICORDA:

- Non è importante solo vedere quanti mm di pioggia cadono su un'area in un intervallo di tempo, ma vedere come sono distribuite le precipitazioni, ovvero: possono cadere 800mm di pioggia in un mese ma bisogna vedere se cadono tutti in mezza giornata o se cadono distribuiti in un mese → nel primo caso il terreno si satura e l'acqua non ha il tempo di infiltrarsi e non ricarica l'acquifero, mentre nel secondo caso, con una precipitazione distribuita in modo più uniforme, si ricarica l'acquifero poiché la prima pioggia satura il terreno, mentre le piogge successive raggiungono l'acquifero.

- UN INDIZIO DI IMPERMEABILITA' delle rocce è se l'acqua vi ruscella sopra (es. arenarie poco cementate, non sono fratturate e l'acqua non si infiltra).

- PER POTER PARLARE DI ACQUIFERO SI DEVONO VERIFICARE TRE CONDIZIONI:

1. capacità di immagazzinamento
2. capacità di flusso (non riserve fossili)
3. possibilità di utilizzo in termini economici

- PER ACQUIFERO SI INTENDE il complesso idrogeologico in cui è contenuta l'acqua. Invece per falda si intende la massa d'acqua vera e propria contenuta nell'acquifero.

- MOLTE ROCCE VULCANICHE HANNO POROSITA' PRIMARIA, es. le piroclastiche.



## 15. ACQUIFERI CARSICI

Def. ACQUIFERO CARSICO: è ricavato dall'azione chimica delle acque sulle rocce carbonatiche e subordinatamente sulle evaporitiche → tra le evaporiti ci sono il Gesso (meno solubile) e l'Alite (molto solubile).

In un tipico acquifero carsico si individuano in genere quattro zone:

1. AREA DI ALIMENTAZIONE
2. ZONA NON SATURA
3. ZONA SATURA
4. AREA DI EMERGENZA

### 1. AREA DI ALIMENTAZIONE

Area in cui avviene l'infiltrazione dell'acqua nella parte più superficiale del suolo (se c'è oppure direttamente in roccia). L'infiltrazione può essere diffusa o tramite pori o tramite un fitto complesso di fratture e microfrazture oppure può essere concentrata se l'acqua s'infiltra attraverso un'unica grande frattura o cavità. → attraverso coperture permeabili, l'acqua viene poi travasata nel complesso carsico.

### 2. ZONA NON SATURA

Normalmente condotti con corrente a pelo libero, poiché solo alcune volte le correnti passano a pieno carico nelle condotte carsiche (es. gallerie fossili testimoniano il passaggio a pieno carico)

### 3. ZONA SATURA

È la cavità piena d'acqua in cui si cala il pozzo per tirare su acqua

### 4. AREA DI EMERGENZA

È un'area saturata a tutti gli effetti in cui però l'acqua torna a giorno

### RICORDA:

- l'acqua a contatto col salgemma → il SALGEMMA si scioglie tutto in tempi geologici BREVI
- l'acqua a contatto con il gesso → il GESSO si scioglie in tempi geologici PIU' LUNGI
- L'acqua che penetra direttamente è molto più aggressiva mentre se attraversa prima uno "strato materasso" di materiale, a seconda che materiale è, perde una gran parte del suo carico aggressivo. Se l'acqua che mi arriva è torbida → ci vuole come minimo una vasca di decantazione se non addirittura un sistema di filtraggio di materiali almeno della granulometria delle sabbie oppure dei flocculanti che servono a far precipitare i materiali fini (in passato era usato il solfato di alluminio ma è seppur lievemente tossico, dunque non si usa più)
- Se nell'acqua c'è una frazione di minerali argillosi, non viene sciolta e costituisce la parte insolubile.

I passaggi dell'alterazione dei minerali argillosi sono: MINERALI ARGILLOSI + H<sub>2</sub>O → MONTMORILLONITE + H<sub>2</sub>O → BAUXITE (da cui viene estratto l'alluminio).

La tipica colorazione che caratterizza i terreni con bauxite è il rosso.

**!!!** Nelle rocce carbonatiche miste di calcare (semplice carbonato di calcio) e dolomite (carbonato doppio di calcio e magnesio) si assiste a un fenomeno molto particolare: DATO CHE L'ACQUA ATTACCA E SCIOLGIE MOLTO PIU' FACILMENTE E VELOCEMENTE IL CALCARE PIUTTOSTO CHE LA DOLOMITE, allora si osserva un ammasso come fosse

Velocità d'attacco chimico delle acque: Salgemma > Gesso > Calcare

Dolomia non viene attaccata.



!!!Devo poi fare attenzione al FUORI POZZO. Se conosco le coordinate topografiche del punto in cui effettuo la misura (quindi ne conosco anche la quota topografica, io correggo la soggiacenza che misuro sul bordo del pozzo nel seguente modo. Ovviamente:  
SOGGIACENZA CORRETTA: SOGGIACENZA MISURATA A BORDO POZZO – FUORI POZZO. In questo modo, si ottiene la Soggiacenza Corretta misurata rispetto al piano campagna.

RICORDA:

- Sia Quota topografica che Livello o Quota piezometrica sono entrambi riferiti al piano campagna.
- Quando si fanno le carte piezometriche, se c'è un pozzo in pompaggio → sulla carta ci sarà un "cono di depressione" → occorre ricordarsi che il cono è dovuto al pompaggio.

**17. MISURA DEI LIVELLI IDRICI**

Misurare il livello idrico significa "misurare quota topografica e piezometrica insieme"

Es. Sono in un sistema MULTILIVELLO (dunque (i due acquiferi in qualche punto si intersecano e LE LORO ACQUE SI LIVELLANO A 2 QUOTE DIFFERENTI).

PER RICORDARE MEGLIO: IL MULTIACQUIFERO SONO PROPRIO PIU' ACQUIFERI DISTINTI E SEPARATI IN MODO CONTINUO E NETTO, MENTRE IL MULTILIVELLO SONO DUE ACQUIFERI CHE SI LIVELLANO A 2 QUOTE PIEZOMETRICHE DIVERSE E CHE IN QUALCHE PUNTO VENGONO IN CONTATTO TRAMITE STRATI NON IMPERMEABILI.

RICORDA:

- Nei laghi di falda, essendo in pratica affioramenti di falda a giorno, se vi immetto un inquinante va a finire in acquifero senza alcun filtro che ne attenui l'effetto.
- In teoria, per non falsare le misure, occorrerebbe effettuarle quando:
  - - NON PIOVE
  - - LIVELLI IDRICI NON SONO ALTERATI DA PRELIEVI PER AGRICOLTURA
  - - OCCORREREBBE UNA MISURA NEL LIVELLO DI MAGRA E UNA IN QUELLO DI PIENA
- Se un pozzo tira acqua da due acquiferi diversi (che hanno due livelli statici diversi), la piezometrica nel pozzo si livellerà alla quota dell'acquifero più superficiale.
- Quando il livello dell'acquifero dà risposte differite rispetto alle precipitazioni, molto probabilmente il suo mancato innalzamento del livello è dovuto alla secchezza dell'insaturo oppure un innalzamento ritardato è dovuto alla fusione nivale avvenuta in assenza di precipitazioni. *liquide.*
- Quando si redige una carta della piezometria, faccio delle triangolazioni tra punti noti (in genere pozzi e livelli idrici dei corsi d'acqua) che NON TAGLIANO MAI I CORSI D'ACQUA poiché questi potrebbero essere anche delle creste o dei compluvi. (Le creste sono spartiacque superficiali e i compluvi assi di drenaggio superficiali).  
I passaggi da effettuare per redigere una carta della piezometria sono:
  - Triangolazione
  - Tracciamento delle isopiezometriche



drenare le acque di due corsi d'acqua diversi e quindi ognuno dei rami della forbice conterrà acque con diverso chimismo che idrogeologicamente non sono entrate a contatto.

## 21. INFLUENZA SULLE LINEE DI FLUSSO DI CAPTAZIONI ATTIVE

Quando realizzo un pozzo per captazione delle acque sotterranee, le linee di flusso del campo ovviamente convergono verso il pozzo. Tuttavia queste linee possono subire delle deviazioni o comunque essere influenzate dalla presenza di formazioni litologiche lungo il loro percorso (es. le linee di flusso divergono in corrispondenza di una lente poco permeabile come una lente d'argilla per poi riavvicinarsi) mentre convergono di più in corrispondenza di formazioni più permeabili come ad esempio sabbie grossolane o ghiaia fine per poi riallontanarsi.

## 22. LE SORGENTI

Def. SORGENTE: punto o zona ristretta della superficie, in cui si manifesta la venuta a giorno di acque sotterranee.

!!! Se la roccia è fortemente fratturata, il complesso si può per certi versi considerare come un mezzo poroso, ovvero un mezzo continuo, ma con le dovute differenze. Ovvero occorre vedere lo stato di fratturazione, il grado di interconnessione tra le fratture.

IMPORTANTE \_ Per esserci una sorgente, il complesso idrogeologico deve avere diversi requisiti:

- La piezometrica deve essere in pendenza verso il punto di sorgente (o la linea se si tratta di sorgente rettilinea o l'area se sorgente areale), dunque deve esserci un Carico Idraulico che permetta all'acqua di uscire spontaneamente.
- Non appena il livello della piezometrica scende al di sotto della quota della sorgente, l'acqua sottostante questa quota non ha più le condizioni idrauliche per venire a giorno.
- La parte d'acqua soprastante la quota della sorgente, che esce per effetto del gradiente idraulico viene chiamata RISORSA RINNOVABILE mentre la parte sottostante la quota della sorgente, viene detta RISORSA GEOLOGICA (non rinnovabile)
- Affinché la sorgente non resti a secco, bisogna che l'acquifero che ospita l'acqua di falda venga ricaricato dalle precipitazioni liquide o dalla fusione nivale (condizioni climatiche) e che vi sia il gradiente idraulico (condizioni idrauliche).

## CONSIDERAZIONI

1. Se prelevo dalla riserva geologica → intacco una risorsa non rinnovabile. La prima infiltrazione d'acqua andrà a ricaricare la risorsa geologica, dunque non la rinnovabile e continuerò a non avere acqua che fuoriesce spontaneamente dalla sorgente.

2. Prima di tutto devo pensare che la risorsa geologica non deve mai essere intaccata, perché oltre alla depauperazione dell'acquifero, rischio anche di inquinarlo se lo intacco ad esempio con uno scavo in cui utilizzo anche materiali inquinanti. Poi comunque, nel caso in cui l'acquifero dovesse risentire del mio intervento, devo aver già preventivamente individuato una sorgente alternativa per poter fornire alla popolazione lo stesso apporto idrico della precedente e non lasciarla a secco.

3. Lo SFRUTTAMENTO DI UNA SORGENTE va calcolato riferito sempre alla PORTATA DI MINIMA della stessa sorgente, poiché io non ho la certezza di poter usufruire sempre di una portata superiore alla minima col passare del tempo. Devo essere certo che per il mio uso basti la portata minima della sorgente.



### 23. MONITORAGGIO DEGLI ACQUIFERI

Per comprendere il funzionamento di un sistema idrogeologico occorre eseguire una serie di rilevamenti specifici, in particolare MISURANDO GLI APPORTI (valori delle precipitazioni) E LE USCITE (portate e valori chimico-fisici delle acque sotterranee)→

APPORTI = PRECIPITAZIONI

USCITE = PORTATE SORGIVE

#### MISURAZIONE APPORTI

Le tecnica più comune di misurazione degli apporti idrici nel terreno è di certo il monitoraggio delle precipitazioni liquide e solide che avvengono in un determinata area di alimentazione di corpi idrici superficiali o sotterranei per poter studiare il grado di correlazione *Precipitazione-Portata della sorgente*.

#### STRUMENTAZIONE

PLUVIOMETRO: misura il livello delle precipitazioni LIQUIDE [mm] che cadono su una determinata area ritenuta di alimentazione di una sorgente o di un corpo idrico superficiale. Esso è costituito da un IMBUTO su cui cadono le precipitazioni (detto da Vigna la MIGLIORE SEZIONE deve essere circolare di 50 cm<sup>2</sup>) e da un ACQUISITORE AUTOMATICO che deve essere tenuto al riparo dall'umidità atmosferica e dall'acqua (infatti deve essere inserito in una boccia con i Sali igroscopici che assorbono l'umidità) e che acquisisce il dato.

LA TRASMISSIONE DEL DATO PUO' ESSERE IN CONTINUO (via radio o satellite) OPPURE IN MANIERA SALTUARIA E SI PRENDE MANUALMENTE OGNI TOT DI TEMPO.

PLUVIONIVOMETRO: misura l'altezza neve, dunque precipitazioni SOLIDE [mm] che cadono su una determinata area ritenuta di alimentazione di una sorgente o di un corpo idrico superficiale. Esso è costituito da un IMBUTO su cui cadono le precipitazioni (detto da Vigna la sezione deve essere circolare di 50 cm<sup>2</sup>) e da un ACQUISITORE AUTOMATICO che deve essere tenuto al riparo dall'umidità atmosferica e dall'acqua (infatti deve essere inserito in una boccia con i Sali igroscopici che assorbono l'umidità) e che acquisisce il dato.

LA TRASMISSIONE DEL DATO PUO' ESSERE IN CONTINUO OPPURE IN MANIERA SALTUARIA E SI PRENDE MANUALMENTE OGNI TOT TEMPO.

Il pluvio nivometro può anche essere riscaldato ma l'inconveniente spesso è che in alta quota non posso portare l'en. elettrica, dunque metto i pannelli solari (dunque se li ciulano) ma oltre a questo, su versanti a nord non c'è l'insolazione sufficiente a fornire energia ai pannelli. → si ovvia con il **PLUVIOMETRO INTERRATO**, che viene utilizzato dove non è possibile portare l'energia elettrica con dei pannelli solari per ottenere un pluviometro riscaldato per fondere la neve, e soprattutto raccoglie il dato nel momento in cui la neve fonde al suolo in maniera naturale! → dunque lo SWE è quantificato in tempo reale!

Tra le apparecchiature di nuova generazione, troviamo il *pluviometro a pesata con liquido antigelo* (ovvero se la precipitazione è liquida la lascia liquida anche se T scende sotto 0°C), oppure il sistema *snowtel* che misura il peso della neve che grava su piastre (tipo la pesa per i camion).

valutazione non trascurabili. Ecco il motivo della necessità di avere dati in continuo che restituisca un profilo continuo che faccia notare eventuali anomalie come i picchi parassiti. Come si è ripetutamente detto, la fusione nivale dà risposte differite rispetto alle precipitazioni in fatto di infiltrazioni, ma è anche interessante notare, come stranamente, nei grafici l'andamento giornaliero della portata legato alla fusione nivale ha dei picchi nelle ore serali e dei minimi nelle ore mattutine. Ciò è dovuto al fatto che durante le ore con insolazione, l'ammasso nevoso assorbe calore, ma non fonde, mentre il vero e proprio processo di fusione avviene la sera poiché l'ammasso ha raggiunto la quantità necessaria di calore per la fusione.

Altro importante fatto, è dato dal fenomeno di compattazione della neve tra un giorno e l'altro che non deve fare pensare che quota parte della neve sia fusa → per essere certi di ciò bisogna avere anche il dato progressivo della temperatura per controllare che non sia salita sopra gli 0°C. Insieme a questi accorgimenti occorre studiare l'andamento delle Temperature Minime del periodo: infatti, se in un grafico di una stazione pluvio - nivo - metrica, che raccoglie altezza neve, temperatura e portata sorgiva se  $T_{\text{minima}} < 0^{\circ}\text{C}$  → tutto ciò che fonde di giorno, la notte ri-congela.



### PARTE SLUG TEST

Def. SLUG TEST: si definisce slug test una *prova di falda* eseguita in maniera da produrre istantaneamente una variazione del L.S. in un pozzo o piezometro e misurare, in funzione del tempo, il conseguente recupero del livello originario nello stesso pozzo attivo. È dunque una *prova di falda a pozzo singolo*, eseguita in *regime transitorio*, la cui finalità consiste nella determinazione della conducibilità idraulica dell'acquifero nelle immediate vicinanze del pozzo attivo.

GLI SLUG TEST SONO DELLE PROVE DI FALDA A PORTATA VARIABILE.

La prova può essere eseguita aumentando bruscamente il livello statico misurato nel pozzo attivo e monitorando il conseguente declino del livello che si crea per il flusso dal pozzo verso l'acquifero (*test in declino o con carico decrescente*) oppure, viceversa, producendo una brusca diminuzione del livello statico, e monitorando la conseguente risalita del livello che si crea per il flusso dell'acquifero verso il pozzo (*test in risalita o con carico crescente*).

Fasi dello slug test eseguito a Mondovì:

1. Si misura con un freatimetro la soggiacenza della falda
2. Si inserisce repentinamente lo slug fino a fondo foro e si misura di quanto si è alzato il L.S.
3. Altrettanto repentinamente si tira fuori lo slug e si misura se il L.S. è cambiato (ovvero se è al disotto del precedente vuol dire che l'acquifero ha una certa permeabilità che si misura a seconda di quanto il livello statico ci mette a tornare uguale al primo, ovvero in quanto si ha il recupero del livello statico iniziale, altrimenti se torna subito esattamente allo stesso livello di prima, vorrà dire che la riserva d'acqua non è una falda, ma semplice acqua di perforazione del foro. Infatti come ulteriore prova, si può misurare il pH di quest'acqua → se questo è fortemente basico allora è acqua con presenza di fanghi bentonitici (che sono basici).

### **CLASSIFICAZIONE DELLE PROVE DI FALDA**

PROVA A PORTATA COSTANTE: misurando il conseguente declino del L.S. in funzione del tempo (prova di falda in declino o a carico idraulico crescente).

PROVA A PORTATA NULLA: ottenuta, arrestando il pompaggio successivamente ad un periodo di erogazione a portata costante e misurando la conseguente risalita del L.S. in funzione del tempo, fino a recuperare il livello indisturbato (prova di risalita o di recupero).

PROVA A PORTATA VARIABILE: ottenuta facendo avvenire una variazione istantanea del L.S. e misurando in funzione del tempo il ripristino del livello indisturbato (slug test).

Gli slug test pur essendo *prove di falda a pozzo singolo*, consentono di determinare la conducibilità idraulica orizzontale di un acquifero.

## INTERPRETAZIONE DEI DATI RACCOLTI IN UNA SORGENTE

### RISPOSTA A SOSTITUZIONE

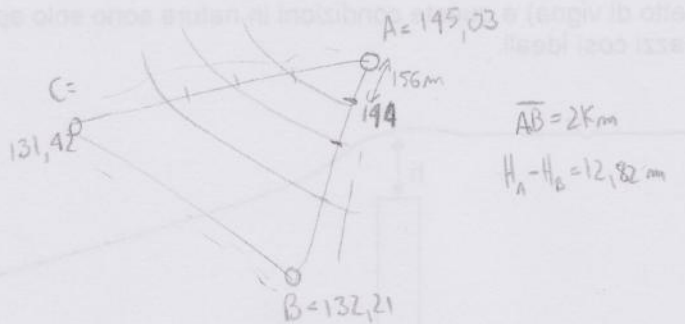
In un acquifero dotato di elevata permeabilità e con assenza di una zona satura le acque di neo infiltrazione arrivano velocemente alla sorgente (netta diminuzione della mineralizzazione ed evidenti variazioni della temperatura).

### RISPOSTA A PISTONAGGIO

In un acquifero dotato di permeabilità non elevata, con ampia zona satura e con vie di drenaggio "a pieno carico", le acque di neo infiltrazione mobilitano (spingono come un pistone) le acque presenti nell'acquifero con conseguente aumento della mineralizzazione e della temperatura delle acque alla sorgente poiché esce l'acqua "più vecchia".

### RISPOSTA A OMOGENIZZAZIONE

In un acquifero con permeabilità medio bassa e con una zona satura molto sviluppata, le acque di neo infiltrazione si spostano molto lentamente nella rete di drenaggio: alla sorgente si osserva nel tempo un blando aumento della portata mentre la mineralizzazione e la temperatura rimangono piuttosto costanti.



$\Rightarrow \frac{AB}{H_A - H_B} = 156 \text{ m} \Rightarrow$  ogni 156 m ho un 1 m di perdita di carico

$\Rightarrow$  unisco i punti ripetendo le operazioni e ottengo le isopleze

A, B, C ambiente sono quote PIEZOMETRICHE

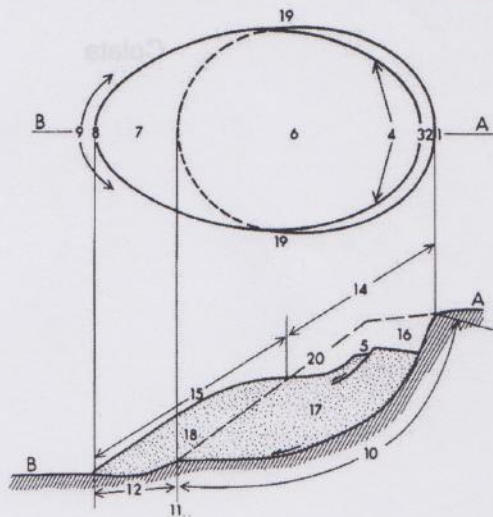
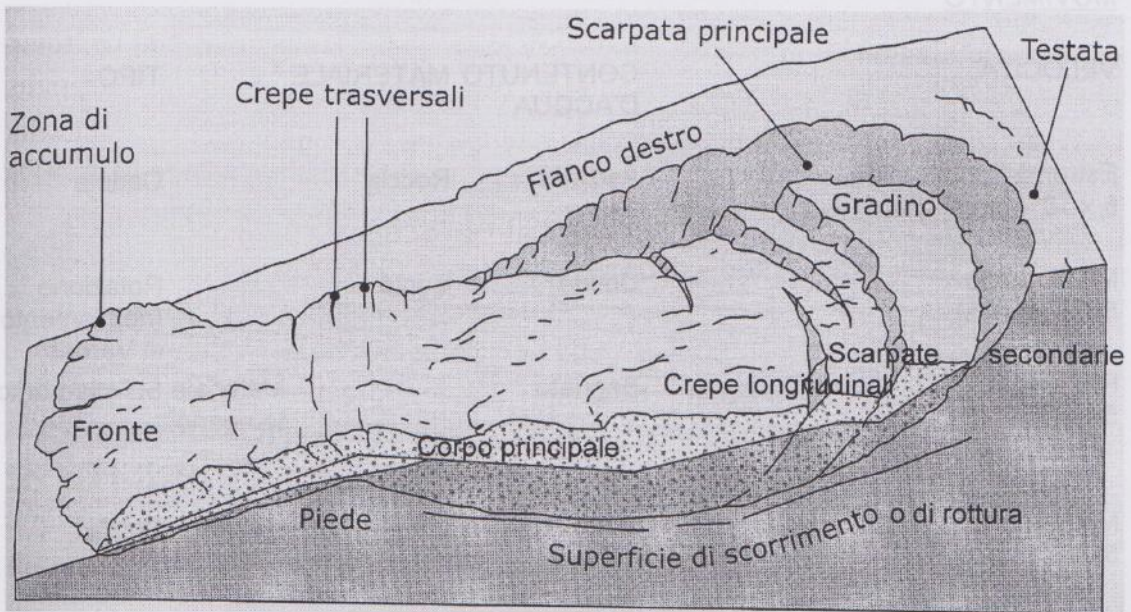


**GLOSSARIO DEI TERMINI CARATTERISTICI DELLE FRANE**

**ATTIVITA'**

STATO	TIPO	DI STILE
	ESPANSIONE	
Attiva	In avanzamento	Complesso
Riattivata	Retroattiva	Composto
Sospesa	In ampliamento	Multiplo
Inattiva	In allargamento	Successivo
	Dormiente	Confinata
		Singolo
	Abbandonata	Decrescente
	Stabilizzata	In movimento
	Relitto	

SCHEMA DI VARNES DI UNA FRANA



**CARATTERISTICHE E GEOMETRIE DI UNA FRANA**

**1. CORONA**

Praticamente materiale non distaccato adiacente alla parte più alta della scarpata principale.

**2. SCARPATA PRINCIPALE**

Superficie ripida sull'estremità superiore della frana causata dal movimento di materiale di frana distaccatosi dal materiale in posto. Da qui è visibile parte della superficie di rottura.

**3. PUNTO SOMMITALE**

Punto più alto di contatto tra il materiale distaccato e la scarpata principale.

**4. TESTA**

Parte superiore della frana lungo cui c'è il

contatto tra il materiale distaccato e la scarpata principale.

**5. SCARPATA SECONDARIA**

Superficie ripida sul materiale distaccato del frana prodotto da movimenti differenziali dentro il materiale distaccato stesso.

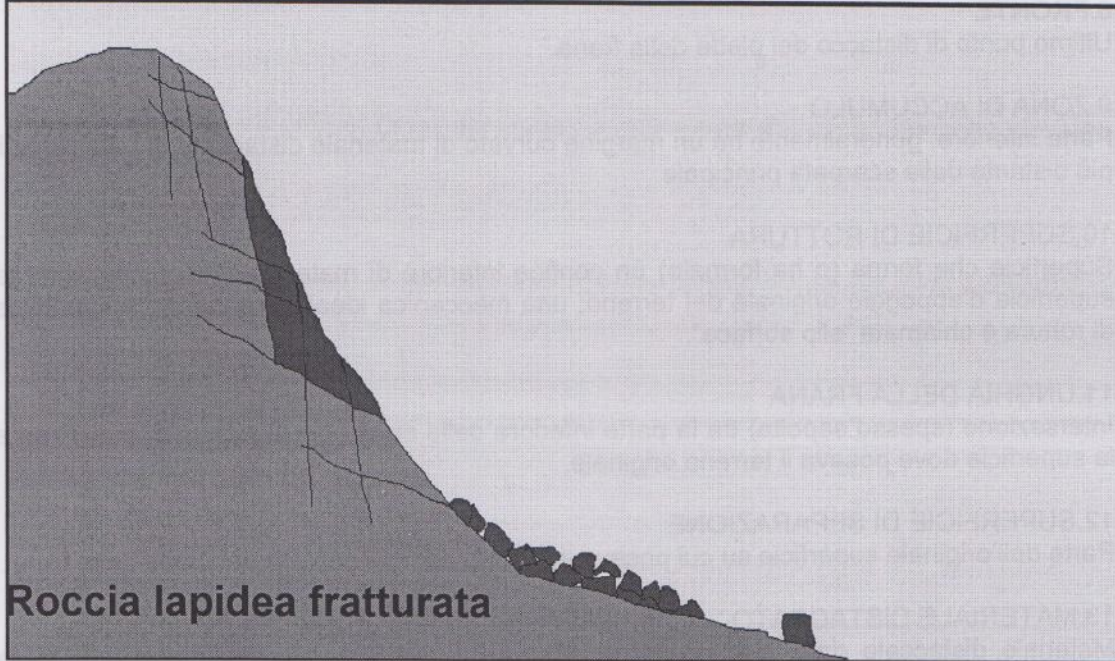
**6. CORPO PRINCIPALE**

Parte di materiale distaccato della frana che si sovrappone alla superficie di rottura tra la scarpata principale e il punto più basso della superficie di rottura.



## CLASSIFICAZIONE EUROPEA (VARNES)

### • FRANE PER CROLLO



**CAUSE PREDISPONENTI:** fratture, pendenza elevata, cicli di gelo-disgelo.

**CAUSE SCATENANTI:** erosione di materiale al piede del corpo frana, sismi, piogge.

**VELOCITA' DEL MOVIMENTO:**  $f$ (della ripidezza del pendio) ma in genere molto elevata

**PREVEDIBILITA':** in genere sono indicatori imminenti di crollo i pendii con rocce fratturate, spigolanti e con giunti di stratificazione.

La pioggia nelle fratture fa aumentare la pressione sull'ammasso roccioso di 1 bar ogni 10 metri di battente.

La pressione alternata forte e debole della pioggia sollecita l'ammasso al fenomeno di "stanchezza".

Una possibile soluzione è intercettare con un foro l'acqua in pressione nelle fratture e farla uscire. In questo modo non va in pressione.

Ovviamente i blocchi più hanno una massa elevata, maggiore sarà la loro energia cinetica e più potranno danneggiare i punti su cui passa la frana.

A volte i boschi costituiti da alberi grossi e RADICATI possono contribuire a rallentare i massi e stabilizzare il pendio, ma se non sono radicati, possono provocare ancora più danni poiché vengono trasportati dalla frana.

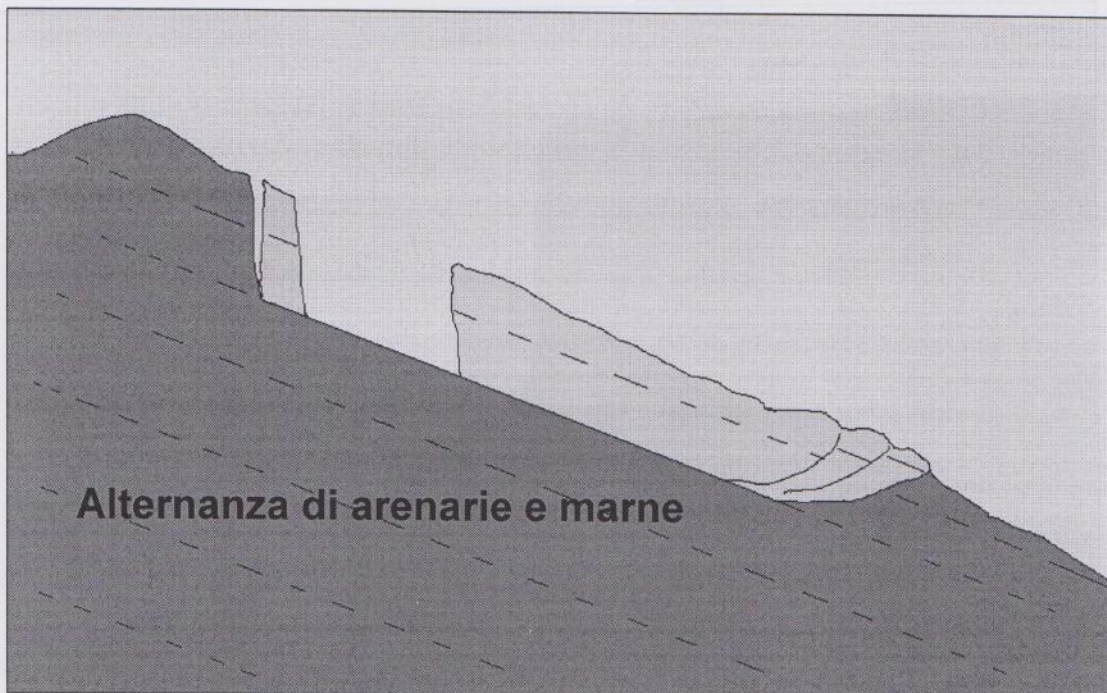
È importante controllare che l'acqua di ruscellamento non "sparisca" ovvero che non si infiltri nella roccia, vada in pressione e provochi la frana.

Ad es. le cavità carsiche, sono cause predisponenti, poiché fungono da serbatoio d'acqua ed esercitano fortissime pressioni sulle pareti rocciose.



42  
43

- FRANE DA SCIVOLAMENTO PLANARE.



**CAUSE PREDISponentI:** piani di discontinuità preesistenti.

**CAUSE SCATENANTI:** piogge, neve che sciogliendosi si infiltra e scorre in un piano di discontinuità preesistente ed esercita pressione sull'ammasso.

**VELOCITA' DEL MOVIMENTO:** molto variabile, da 1-2 m/mese, a veloce 1-2 m/giorno a quasi istantaneo è anche funzione della pendenza del versante.

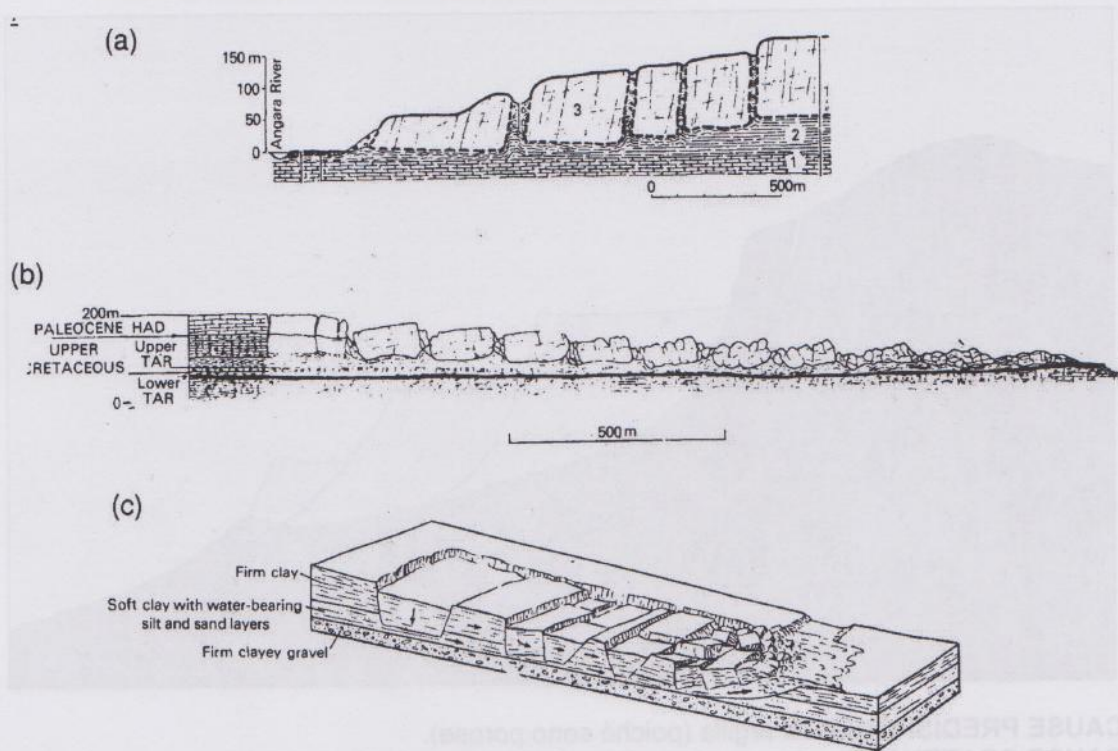
**PREVEDIBILITA':** molto prevedibile poiché si vedono le fratture di detensionamento in cui poi va ad infiltrarsi l'acqua alla testa del pendio. Anche le vecchie fratture possono riattivarsi. Anche rigonfiamento al piede della frana può indicare un prossimo cedimento.

SCIVOLAMENTO PLANARE INCIPIENTE

Se le fratture di detensionamento sono larghe, l'acqua anche in pianura si infiltra e una porzione di terreno può spostarsi anche di decine di metri.



• FRANE DI ESPANSIONE LATERALE (Spread)



È una frana in corpo roccioso, fratturato, sottoposto a movimenti di espansione laterale, causati generalmente da liquefazione o deformazione plastica del corpo sottostante.

La particolarità di questo tipo di frana è che non esiste un piano di rottura ben definito, come si vede dalla sezione.

**CAUSE PREDISPONENTI:** fratture aperte in roccia.

**CAUSE SCATENANTI:** piogge, neve che sciogliendosi si infiltra oppure shock sismico che causa liquefazione delle sabbie se vi sono strati sabbiosi.

**VELOCITA' DEL MOVIMENTO:** molto variabile, da pochi mm/giorno, a molto rapide se l'innesco è sismico.

**PREVEDIBILITA':** alta probabilità in tutti i terreni sottoposti a liquefazione.

### INTERVENTI ATTIVI

Tra gli interventi attivi, che in altre parole si potrebbero chiamare preventivi, consistono ad esempio in contrafforti (costruzioni in cemento o in roccia che oppongono una forza resistente a quella agente del crollo o ribaltamento di una parete), muri in cemento armato che esercitano una pressione sulla parete, chiodatura del versante, sono tutte opere che lavorano anche quando la frana non è innescata. Ovviamente il chiodo deve ancorare l'ammasso distaccato alla parete integra, altrimenti perdo il perno assieme alla frana.

Altri interventi di stabilizzazione sono le opere drenanti sia superficiali che profonde.

Tra le opere drenante superficiali troviamo:

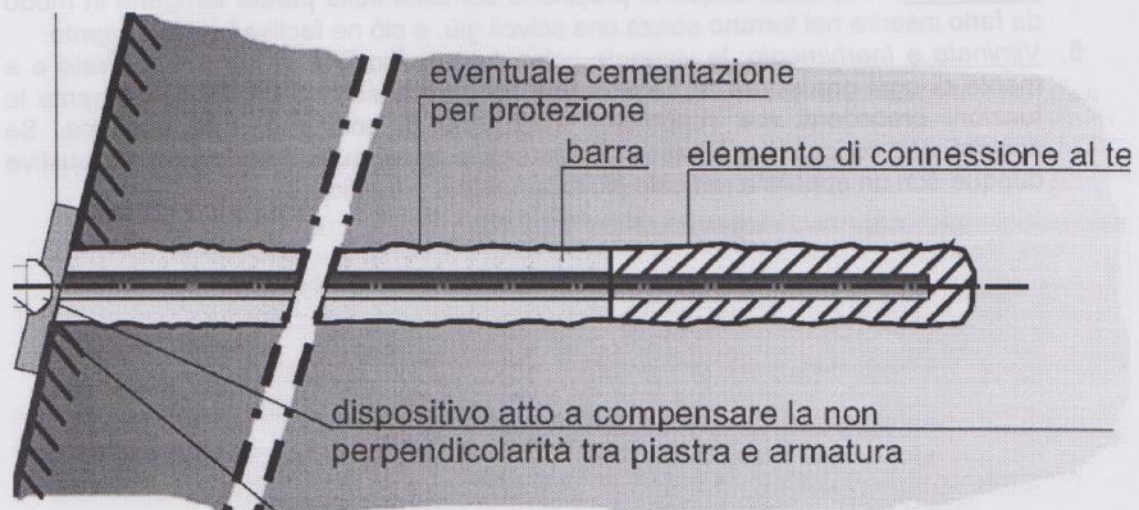
1. Canalette di drenaggio
2. Collettori di vario tipo

Le canalette di drenaggio sono costruite in materiale ovviamente impermeabile e devono seguire la pendenza del versante convogliando le acque che ruscellano sul pendio in un punto di raccolta impedendo così che le stesse si infiltrino. È importante che queste non strabordino dal piano campagna, altrimenti il ruscellamento non si incanala, ma anzi sbatte contro il bordo della canaletta che ne facilita l'infiltrazione.

Tra le opere di drenaggio profondo troviamo le trincee drenanti profonde, ovvero dei canali interrati che intercettano l'acqua che si è già infiltrata per poterla rapidamente drenare e non farle saturare il terreno. Queste devono essere fatte con criterio, ad es. devono avere una pendenza che porti l'acqua all'esterno del pendio (al contrario della frana in val Casotto). **È importante che tutte queste opere arrivino ad intercettare il piano di scorrimento dell'acqua, altrimenti non riescono a portare fuori l'acqua e non servono a niente.**

Altri tipi di interventi attivi sono il rinforzo dei terreni tramite micropali. NB: I PALI E MICROPALI SOPPORTANO SFORZI DI TAGLIO E DI NESSUN ALTRA NATURA.

Come prima menzionato, grande importanti interventi di stabilizzazione attivi sono quelli di chiodatura e bullonatura.



L'elemento che esercita la forza resistente al distacco è il bullone mentre l'elemento di ripartizione delle pressioni è la piastra in acciaio.



## APPENDICE.

Da Giulia:

### Ambienti di sedimentazione:

1. DELTIZIO: che sia delta o estuario, non ha importanza geologica. Il delta non è una struttura statica, (è in continuo modellamento).

- È possibile che il mare non abbia l'energia sufficiente a distribuire in modo omogeneo il materiale portato dal fiume, Si accumula nei pressi della foce. Si sviluppa in questo ambiente anche la vegetazione (materia organica) che ha quindi portanza 0.
- Ha una struttura cuneiforme con canali molto estesi (zona sommersa).
- Parte iniziale: pendenze BLANDE
- Parte finale: pendenze più elevate.
- Sabbie e silti sono tipiche dell'ambiente deltizio.

3. LITORALE / COSTIERO: generalmente è compreso tra due foci. Il moto ondoso rielabora il materiale e lo risedimenta.

Si può formare un ambiente Palustre, nel caso in cui non mi arrivi acqua oppure un ambiente di Laguna, nel caso in cui ci sia un apporto d'acqua dolce dal fiume.

→ Prodotti:

- Depositi di spiaggia: in funzione dell'energia possiamo avere fase di accrescimento e fase di erosione.
- Progradazione: avanzamento del delta verso la linea di costa.
- Depositi di marea: Le fasi di emersione e sommersione sono a cicli di 6h e comportano flussi di materiale e acqua, ma anche compattazione.

### EVAPORTI

Si dividono in:

- Carbonati (calcite/dolomite)
- Solfati (Gesso/Carniola)
- Cloruri (Salgemma)

**Modello soglia o barra** non si formano solo per evaporazione.


Con questo modello si ha la continua deposizione di materiale:

- a) Precipitano per primi i carbonati meno solubili.
- b) Si depositano sul fianco.
- c) Si depositano uno accanto all'altro.




Con il tempo, aumenta la densità dell'acqua e aumenta il pH → genero condizione anossiche.






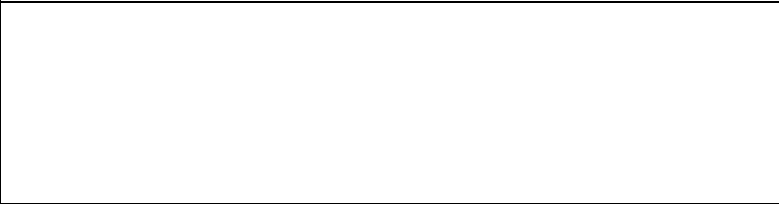


### FRANE SOTTOMARINE

Torbiditi, ovvero sabbie sottomarine che si accumulano (sono SABBIE con gradazione diretta ∴) → frane planari sottomarine.




	<p><b>POMICE:</b> roccia ignea vetrosa che si forma da lava schiumosa e contiene abbondanti (oltre il 50%) vuoti interni</p>
	<p><b>OSSIDIANA:</b> roccia ignea consistente in una massa solida di vetro vulcanico</p> 
	<p><b>ANDESITE:</b> parti bianche in matrice nera vetrosa. Roccia vulcanica. Struttura porfirica con fenocristalli di plagioclasio (andesina, labradorite) spesso alterato e anfibolo (orneblenda), biotite e pirosseno (augite); massa di fondo di plagioclasio. Colore scuro: verde, grigio, nero.</p> 
	<p><b>RIOLITE:</b> roccia effusiva di colore chiaro, costituita da quarzo, sanidino, biotite, e minutissimi frammenti vetrosi</p>
	<p><b>LEUCITE:</b> roccia ignea plutonica di colore bianco e nero</p>



	<p>ARGILLA LAMINATA (SHALE): roccia sedimentaria a grana molto fine che si rompe in fogli sottili.</p>
	<p>SILTITE: roccia sedimentaria a grana fine, derivante da litificazione di silt (=sedimento costituito da particelle di dimensioni comprese tra 1/16 e 1/256 di millimetro)</p>
	<p>ARENARIA: roccia sedimentaria costituita da granuli di sabbia cementata</p> 
	<p>CONGLOMERATO: roccia sedimentaria a grana molto grossa consistente di clasti arrotondati.</p>
	<p>CALCARE (roccia carbonatica): roccia sedimentaria composta da calcite. La diagenesi del fango (chimico o organico) genera, a seconda dell'energia del fondale su cui avviene la sedimentazione e della continuità temporale della sedimentazione stessa, bancate strati o lamine di <b>calcare</b>, roccia di norma lapidea, formata per oltre il 95% da <math>\text{CaCO}_3</math> e per meno del 5% da argille. I calcari chimico-planctonici hanno un colore che va dal bianco (calcari puri), al giallastro, al rosa, al rosso (presenza di ematite e di limonite), oppure al grigio da chiaro a scuro fino al nero (presenza di pigmenti carboniosi o di <b>bitume</b>). Calcare poroso = Chalk (Dover)</p>

	<p><b>MARNA:</b> roccia mista carbonatica-pelitica. Si tratta di rocce generalmente tenere, costituite da miscele di materiali pelitici di varia origine (argille, ceneri vulcaniche, silt fini, ecc.) e carbonati chimici o planctonici. La precipitazione delle peliti e dei carbonati è contemporanea, ed avviene solo in bacini oceanici o marini caratterizzati da bassissima energia ambientale.</p>
	<p><b>GESSO (CaSO<sub>4</sub>):</b> roccia evaporitica <b>(solfato di calcio biidrato) si presenta in formazioni ben stratificate con intercalazioni di argille, spesso con cristalli grossolani (selenite).</b></p> 
	<p><b>HALITE (SALGEMMA):</b> roccia evaporitica</p>
	<p><b>LATERITE:</b> roccia residuale che si forma per alterazione di silicati e ossidi di Al e Fe</p>
	<p><b>EMATITE:</b> la formazione di ematite è principalmente legata a processi di tipo sedimentario, ma si forma anche in ambiente metamorfico ed in minor quantità nelle vene idrotermali, nelle rocce magmatiche e nelle zone d'ossidazione</p>
	<p><b>Farina fossile</b> Materiale di aspetto pulverulento, formato quasi interamente da scheletri di diatomee e depositatosi perlopiù nel corso del Cenozoico</p>
	<p><b>Rosso ammonitico:</b> è costituito da livelli alterni di marne e calcari rossi</p>



	<p><b>FILLADE:</b> roccia metamorfica a grana fine con filiazione causata dall'orientamento preferenziale di muscovite e clorite a grana finissima. Lucentezza sericea in superficie, grana medio-fine, scistosità notevole con facile fissilità. <b>COMPOSIZIONE:</b> quarzo, mica muscovite, ossidi di ferro e minerali di neoformazione per ricristallizzazione (sericite e clorite).</p>
	<p><b>MIGMATITE:</b> roccia che si forma quando uno gneiss si riscalda a sufficienza da cominciare a fondere parzialmente, creando strati o lenti di di nuova roccia ignea che si mescola con gli strati di gneiss residuo.</p>
	<p><b>Scisto blu:</b> roccia metamorfica insolita che si forma a pressioni alte ma a temperature basse.</p>
	<p><b>PRASINITE</b> colore verde scuro, scistosità ridotta. <b>COMPOSIZIONE:</b> plagioclasio (albite), clorite, epidoto e anfibolo.</p>
	<p><b>SERPENTINITE</b> colore verde, grana fine, tessitura fibrosa con notevole scistosità o tessitura massiccia priva di scistosità. <b>COMPOSIZIONE:</b> serpentino, olivina, pirosseno, anfibolo e magnetite.</p>
 <p>Miscascisto a muscovite</p>	<p><b>micascisti.</b> Prodotta dal metamorfismo di una roccia acida di natura silicea (anche sciolta e sature d'acqua). Caratteristica principale: granulometria più fine degli gneiss. colore scuro, grana grossolana, scistosità notevole. <b>COMPOSIZIONE:</b> quarzo e muscovite. Esistono diverse varietà a seconda del minerale accessorio prevalente (m. biotitici, m. granatiferi, m. anfibolici, m. grafitici, ecc.).</p>
	<p><b>Opale:</b> derivante dall' invecchiamento naturale, più o meno spinto, degli idrogel di SiO<sub>2</sub>, cioè una miscela di silice ed acqua</p>