



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO: 1464A -

ANNO: 2015

# A P P U N T I

STUDENTE: Pinto

MATERIA: Geologia 2014. 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.**

# GEOLOGIA

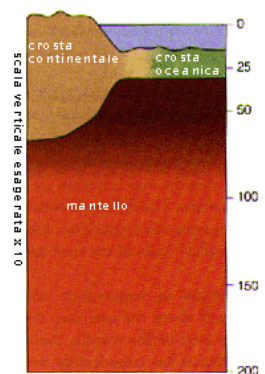
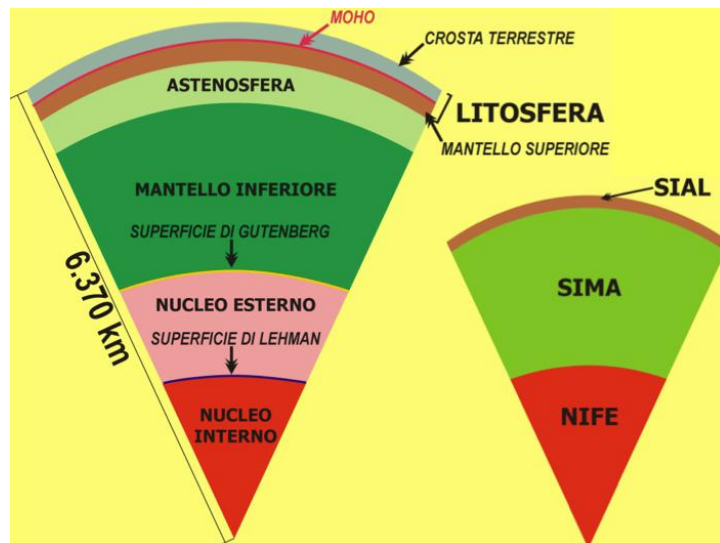
## INTERNO DELLA TERRA

### LE MISURE DELLA TERRA

RAGGIO MEDIO: 6.371 km VOLUME: 1,083 x 10<sup>12</sup> km<sup>3</sup>

MASSA: 5,976 x 10<sup>24</sup> kg DENSITÀ MEDIA: 5,52 g/cm<sup>3</sup>

DENSITA' O PESO SPECIFICO DELLE ROCCE SUPERFICIALI: 1.8 – 3 kg/dm<sup>3</sup>



### LA LITOSFERA

L'involucro più esterno della Terra è la rigida e solida litosfera (spessore medio 30 - 40 km) che include anche la crosta.

La litosfera poggia sulla astenosfera, meno resistente e parzialmente fusa, allo stato fluido viscoso.

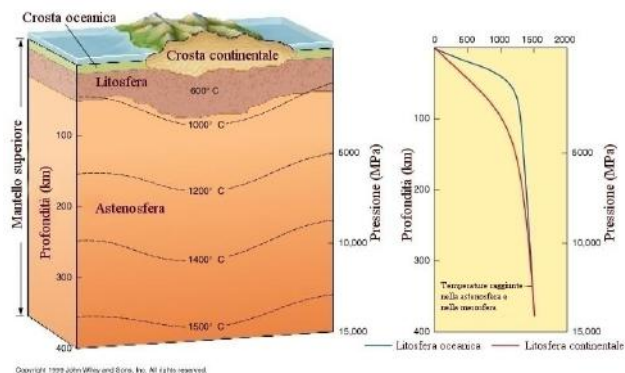
La litosfera termina verso l'alto con uno strato di crosta, sottile in corrispondenza degli oceani, più potente al di sotto dei continenti.

### ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA NEL SOTTOSUOLO

La temperatura delle rocce in prossimità della superficie = alla temperatura media annuale dell'aria.

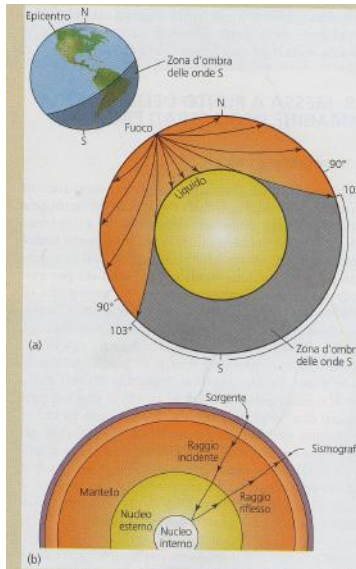
GRADIENTE GEOTERMICO: aumento medio di 3°C ogni 100 m di profondità, in assenza di acqua fluente (può aumentare anche di 10 volte in aree geotermiche o essere minore, solo 1°C ogni 100 m in aree di pianura con notevoli circolazioni d'acqua).

**NB:** nel sottosuolo si considera una temperatura media (18° C zone calde, To 12°/13° C). E' possibile utilizzare l'acqua nell'ammasso roccioso per produrre energia.

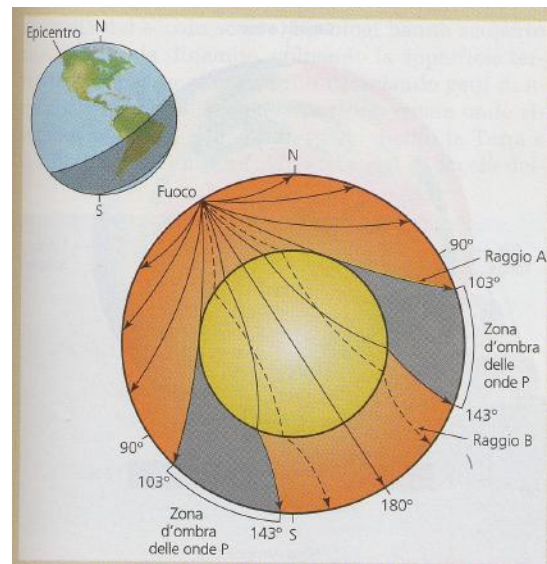


Riportate le anomalie durante il controllo della temperatura. Non viene rispettato il gradiente geotermico dei 3°C. Una volta scoperte è stato definito un giusto SISTEMA DI VENTILAZIONE (in modo così da impedire danni, ad esempio l'esplosione dovuta al surriscaldamento delle macchine). Le anomalie possono essere causate dalla presenza di CIRCOLI d'ACQUA. Questi flussi possono determinare forti pressioni e sono pericolose negli scavi delle gallerie.  
NB: scavo di galleria. Se gli scavi vengono effettuati in verticale si ha il rischio di forti fuoriuscite d'acqua.

## ZONE D'OMBRA

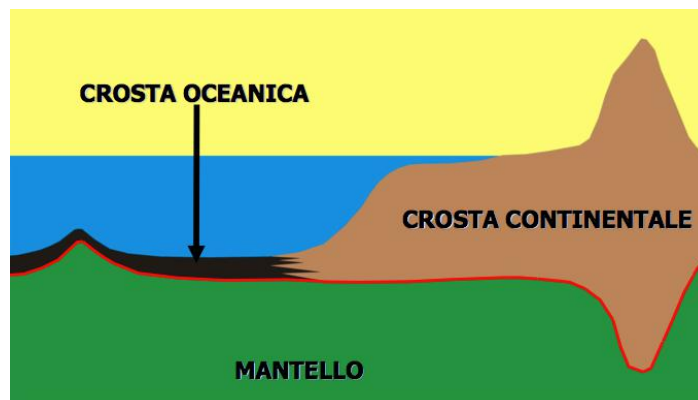


Onde "S"



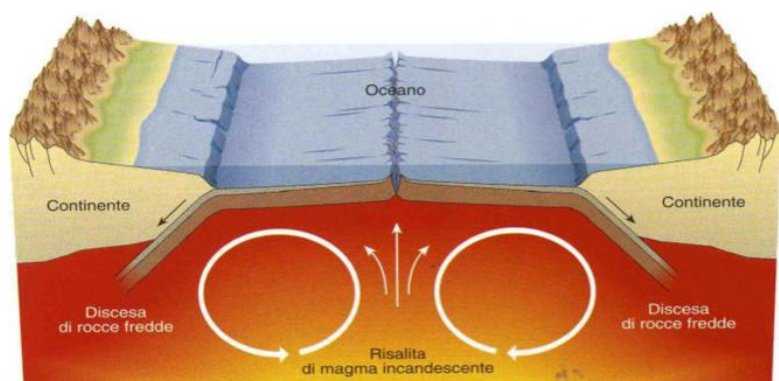
Onde "P"

## CROSTA TERRESTRE

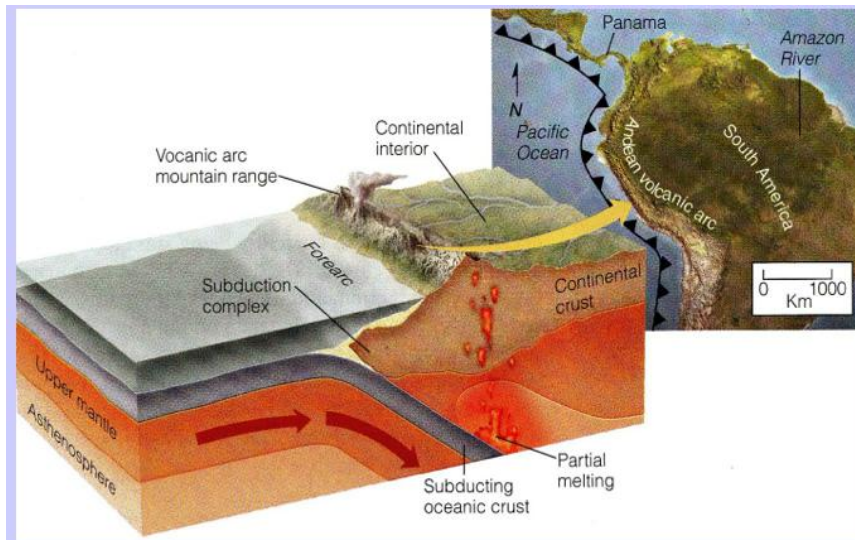


**MANTELLLO** = parte inferiori della litosfera. Appena sotto la crosta oceanica e continentale.

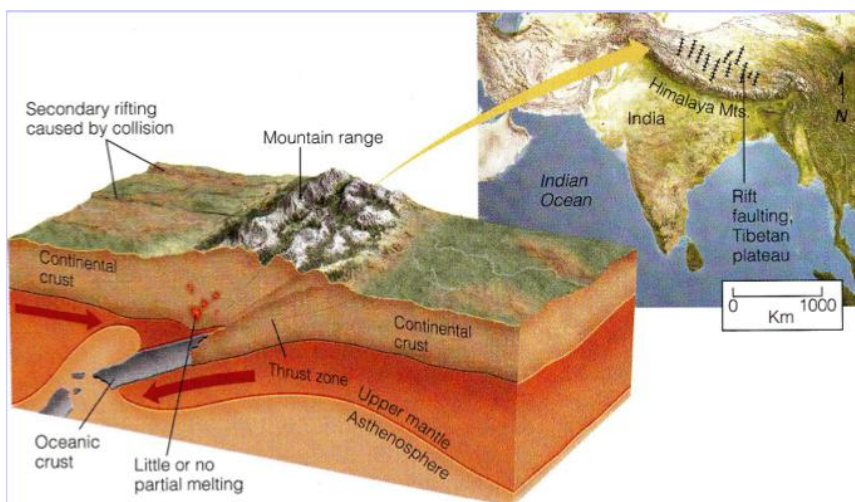
**CORRENTI CONVETTIVE** (→ celle convettive) = lenti movimenti del materiale che disperdono l'elevatissimo calore. Queste correnti fanno sì che le placche si muovano, causando a loro volta terremoti, formazione di vulcani e montagne ecc..



## MARGINI CONVERGENTI – OCEANO - CONTINENTE



## MARGINI CONVERGENTI – CONTINENTE - CONTINENTE



## LE OROGENESI

**CALEDONICA:** (Siluriano - Devoniano) Inghilterra, Scozia, Galles, Irlanda, Norvegia, Alleani.

**ERCINICA:** (Carbonifero - Permiano) Irlanda meridionale, Cornovaglia, Bretagna, Massiccio Centrale Francese, Vosgi, Foresta Nera, Ardenne, Erzgebirge, Meseta Spagnola, Meseta Marocchina, Urali, Timan, Altai, Appalachi, Australia orientale, Catena del Capo di Buona Speranza.

**ALPINO-HIMALAYANA:** (Paleocene - Miocene) Montagne Rocciose, Cordigliera delle Ande, Pirenei, Sierre della Spagna meridionale, Atlante, Alpi, Appennini, Dinaridi, Carpazi, Tauri, Catene dell'Anatolia, dell'Iran, dell'Afganistan, Caucaso, Caracorum, Himalaya, Insulindia, Nuova Zelanda, Nuova Guinea, Filippine, Giappone.

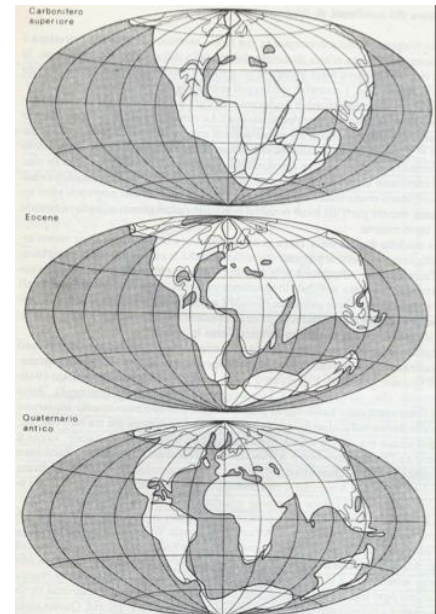


## DERIVA DEI CONTINENTI

Secondo Wegener i continenti si erano mossi lateralmente.

Egli suppose l'esistenza di un supercontinente chiamato PANGEA che, a partire dal Mesozoico, si suddivide in blocchi che iniziarono ad andare alla deriva separandosi sempre più tra loro.

- Africa e Sud America iniziano a separarsi durante il Cretacico.
- Europa e Nord America si separano a partire dal Cretacico ma resteranno in contatto fino al Quaternario.
- L'Oceano Indiano iniziò ad aprirsi nel Giurassico, una vasta zona a N dell'India si arricchì durante il suo spostamento verso N formando l'Himalaya.
- L'Australia e la Nuova Guinea persero ogni contatto con l'Antartide nell'Eocene e si mossero verso N



### ARGOMENTI PALEONTOLOGICI

Esistono ed erano conosciute delle identità o similarità floristiche e faunistiche tra continenti differenti.

All'inizio del '900 tali identità erano spiegate con l'esistenza di "ponti continentali", lingue di terra o istmi tipici del Mesozoico, che sarebbero in seguito sprofondati negli oceani.

Wegener sostenne, su evidenze geofisiche e sulla base dell'isostasia, l'impossibilità che questi presunti ponti siano sprofondati e spariti negli oceani. L'unica spiegazione ragionevole, secondo Wegener, era l'esistenza di un unico supercontinente.

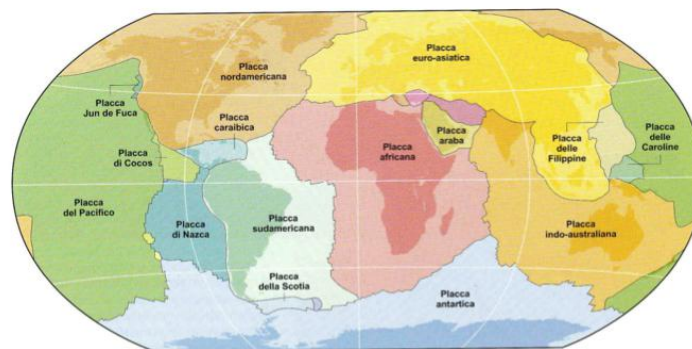
### ARGOMENTI PALEOCLIMATICI

Le più importanti evidenze paleoclimatiche ci vengono dalle rocce sedimentarie. Per esempio: le Tilliti indicano climi glaciali, i depositi di carbone sono indicatori di condizioni umide o tropicali, evaporiti ed arenarie continentali indicano climi aridi mentre condizioni tropicali sono caratteristiche delle rocce carbonatiche.

In Europa, stando alla presenza delle varie rocce sedimentarie, dal Carbonifero ad oggi il clima è passato da tropicale a temperato. Importanza fondamentale nelle argomentazioni portate da Wegener viene dato ai depositi glaciali (tilliti) permo-carboniferi del Sud America, Sud Africa, India ed Australia. Considerando la distribuzione attuale dei continenti fissa nel tempo il polo Sud doveva essere, nel permo-carbonifero (durante la glaciazione), a 50°S 45°E, nonostante ciò la glaciazione doveva aver raggiunto, nell'emisfero Sud, i 10° di lat mentre nell'altro emisfero erano presenti condizioni climatiche tropicali. Ciò era assurdo!

La spiegazione più logica, per Wegener, era spostare i continenti più a sud dell'attuale posizione formando un unico continente detto "Terra di Gondwana".

### PRINCIPALI PLACCHE TETTONICHE



# TERREMOTI

## SISMI O TERREMOTI

IL TERREMOTO È PRODOTTO DALLA BRUSCA LIBERAZIONE DELL'ENERGIA ACCUMULATA DA UNA ROCCIA SOTTOPOSTA A SFORZO.

TIPI DI ONDE:

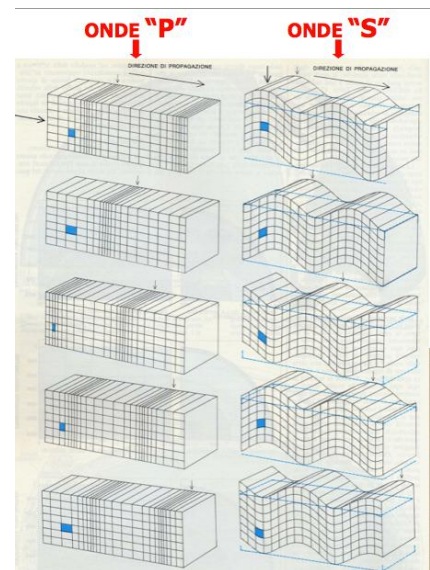
- **ONDE P**: dette anche Longitudinali (o Prime) si propagano mediante oscillazioni delle particelle costituenti il mezzo attraversato in direzione della propagazione dell'onda. Il mezzo sarà soggetto a sforzi di compressione e dilatazione. No problemi dal punto di vista ingegneristico. Onde più veloci delle seconde

- **ONDE S**: dette anche Trasversali (o Seconde) si propagano mediante oscillazione delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Più lente delle prima. Il mezzo sarà soggetto a sforzi di taglio. Le onde S sono polarizzate.

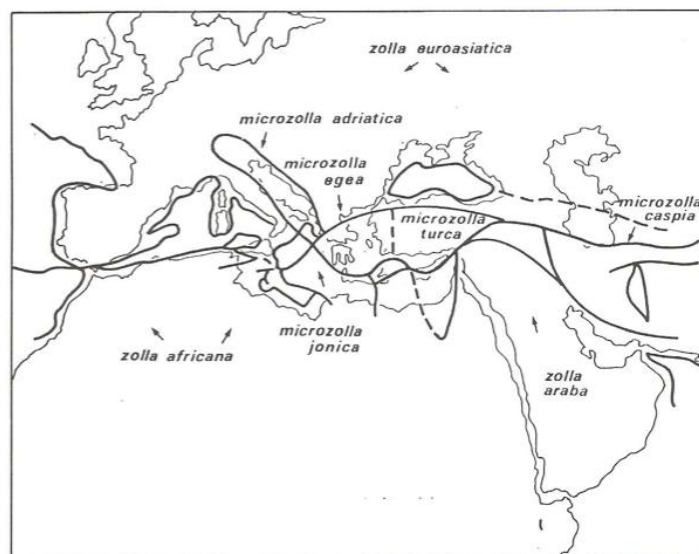
### Onde di superficie

Sono onde elastiche polarizzate in un piano generate alle superfici di discontinuità

- **ONDE LOVE**: sono polarizzate in un piano orizzontale e sono generate in una superficie di discontinuità tra due strati quando la velocità delle onde trasversali nello strato inferiore è maggiore di quella nello strato superiore.
- **ONDE RAYLEIGH**: sono polarizzate in un piano verticale. La loro velocità varia tra 0 e  $0,92v_s$



### SISMICITA' DEL MEDITERRANEO



## SISMOGRAFI

Nastro di carta avvolto intorno ad un rullo. Pennino che registra le scosse sul rotolo. Di solito vengono posti in profondità per evitare i rumori di fondo. Durante una scossa, il terreno e il sismografo si abbassano e si alzano mentre il pennino rimane fermo e segna la traccia dei movimenti.

Il tempo che trascorre dall'arrivo delle onde P e da quello delle onde S dipende dalla posizione del sismografo.

**NB:** le onde superficiali sono onde sismiche che rappresentano l'annullamento di quelle P ed S tramite scosse di assestamento.

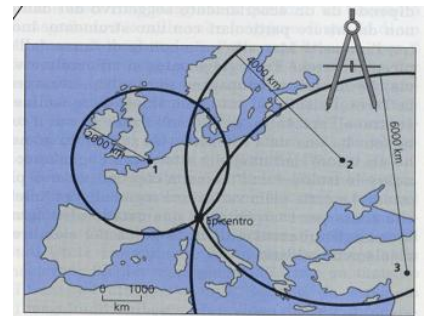
Nelle zone più sviluppate (es. Giappone), i sistemi ad alta velocità sono forniti di un sistema di controllo tale per cui con l'arrivo della prima onda, i flussi elettrici vengono interrotti e in più i ponti vengono chiusi.

## LOCALIZZAZIONE DELL'EPICENTRO DI UN TERREMOTO

Utilizzando le stazioni poste in territorio nazionale e non, ricavo il tempo di arrivo delle onde (sia P che S). Inoltre ricavo la velocità nel mezzo roccioso (costante).

tempo S - tempo P = **secondi di ritardo**  
**Velocità nel mezzo roccioso** = km/sec = cost  
**Velocità** x **ritardo** = raggio in km

Ricavo per ogni stazione il raggio in km. Dopo di che si tracciano 3 circonferenze (almeno) necessarie per ottenere un punto che corrisponderà all'epicentro.



## MAGNITUDO

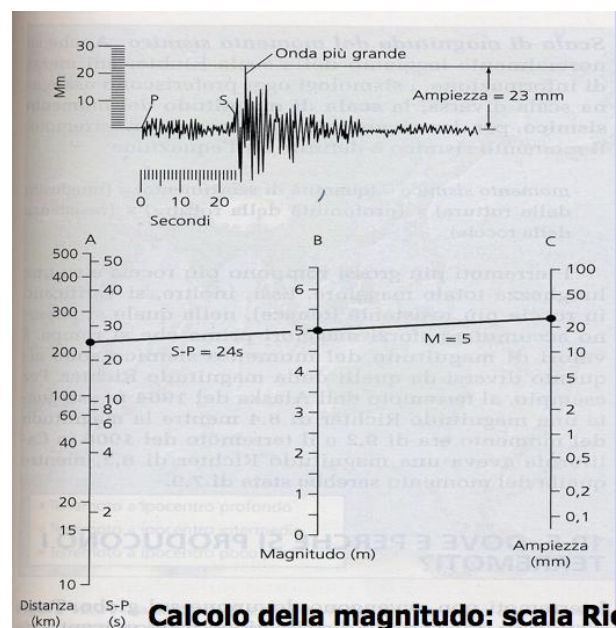
Misura indiretta dell'energia meccanica sprigionata durante un terremoto.

**Calcolo della magnitudo: scala Richter** →

Dove collegarsi in rete per conoscere la situazione dei sismi in tempo reale

- Terremoti Live
- Rete Sismica dell'Università di Genova Localizzazioni manuali
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Terremoti
- Lista ultimi terremoti

Dalla velocità dell'onda ricavo le distanze. Tutte le stazioni devono dare lo stesso valore. Se sono diverse → ne calcolo la media. Se ho un valore che supera una certa magnitudo → inizio i controlli sugli edifici per controllare i danni.



**Calcolo della magnitudo: scala Richter**



alberi. Il flusso e la temperatura di sorgenti e di pozzi cambiano. Si formano fratture nel terreno umido e in forti pendenze.

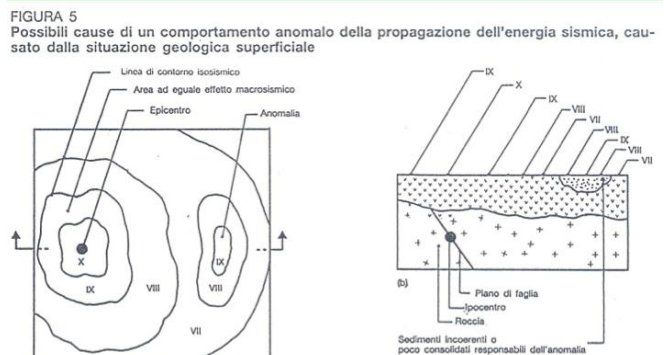
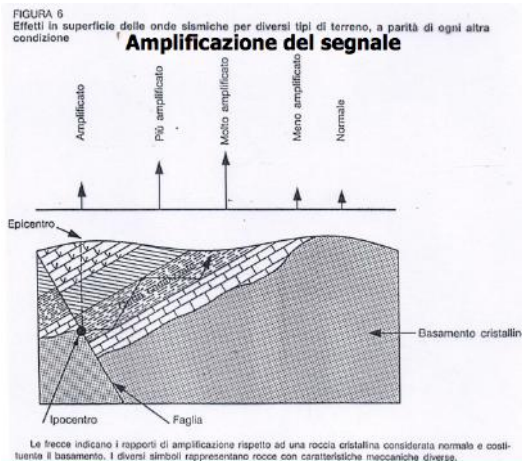
- IX. Panico generale. Costruzioni di fango completamente distrutte; costruzioni in pietra fortemente danneggiate, a volte un collasso totale; costruzioni in mattoni seriamente danneggiate. Gli edifici crollano o sono spostati dalle fondamenta. Forti danni ai serbatoi. I tubi sotterranei si rompono. Si formano fratture cospicue nel terreno. In aree alluvionali sono spruzzati sabbia e fango; si formano crateri di sabbia.
- X. La maggioranza delle costruzioni è distrutta. Le strutture in legno, anche se ben costruite, ed i ponti sono distrutti. Forti danni alle dighe, ai canali di irrigazione e agli argini. Grandi frane. Invasione di acqua proveniente da canali, fiumi, laghi, ecc.. Sabbia e fango sono spostati orizzontalmente sulle spiagge e nelle regioni pianeggianti. Le rotaie sono leggermente incurvate.
- XI. Le rotaie sono fortemente incurvate. I tubi sotterranei sono completamente inutilizzabili.
- XII. Danno quasi totale. Grandi massi di roccia spostati. La morfologia è alterata. Oggetti lanciati in aria.

• **Medvedev, Sponheuer & Karnik (Scala M.S.K.), 1963**

Come individuare le zone a rischio sismico → → → **i dati nel passato**

**Problemi legati ad un terremoto**

- **vittime**
- **danni infrastrutture:** i danni non sono solo un problema strutturale ma anche complessivo
- **amplificazione del segnale:** a seconda del tipo di roccia si ha un'amplificazione + o - forte



- **liquefazione terreni:** granuli a contatto, tra di loro vi è acqua. Basta una scossa per farli muovere e far distribuire l'acqua. Sabbie sature → (shock sismico) → sabbie liquefatte
- **innondazioni** legate a rottura di dighe
- **incendi più fuoriuscita di materiali tossici** (es. Metano)
- **problemi risorse idriche:** per evitare che a causa di una scossa fuoriesca acqua dagli acquedotti → posizionate più prese in modo tale da non rimanere senza acqua
- **tsunami:** provocato da un terremoto con epicentro nel fondale marino

Un maremoto può essere provocato da un terremoto con epicentro in corrispondenza del fondo marino o della costa, da eruzioni vulcaniche, dalla propagazione nel mare di onde elastiche formatesi in corrispondenza dei continenti.

La velocità di propagazione delle onde di compressione dipende dalla lunghezza d'onda e dalla profondità del mare: è di circa 100 m/s per una profondità di 1.000 m. I maremoti non vengono avvertiti in mare aperto, ma in vicinanza della costa, dove il fondo si alza, danno origine a onde alte anche 20 o 30 m che invadendo la terraferma possono provocare gravi danni. Sulla costa possono abbattersi più onde separate da intervalli di qualche minuto, e talvolta possono essere precedute da un ritiro prolungato delle acque. Le onde provocate dai maremoti sono conosciute col nome giapponese di tsunami.

I più disastrosi maremoti furono quelli di Lisbona del 1755, con onde alte fino a 12 m, di Miyako (Giappone) nel 1896, con onde di 28 m, di Messina del 1908, con onde di 8 m, di Atami nella baia di Sagami (Giappone) nel 1923, con onde di 11 m.

- **innesco di frane**
- **movimenti verticali del terreno**

### CRONOSTRATIGRAFICHE

- Eonotema
  - Eratema
    - Sistema
      - Serie
        - Piano
          - Cronozona

### GEOCRONOLOGICHE

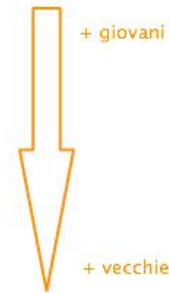
- Eon
  - Era
    - Periodo
      - Epoca
        - Età
          - Crono

es. depositi del Pliocene medio

**NB:** Le due sono equivalenti

La DATAZIONE delle rocce avviene tramite i FORAMMINIFERI.

Più in generale è possibile intuire che le rocce siano disposte nel seguente modo:



### Relazioni età rocce

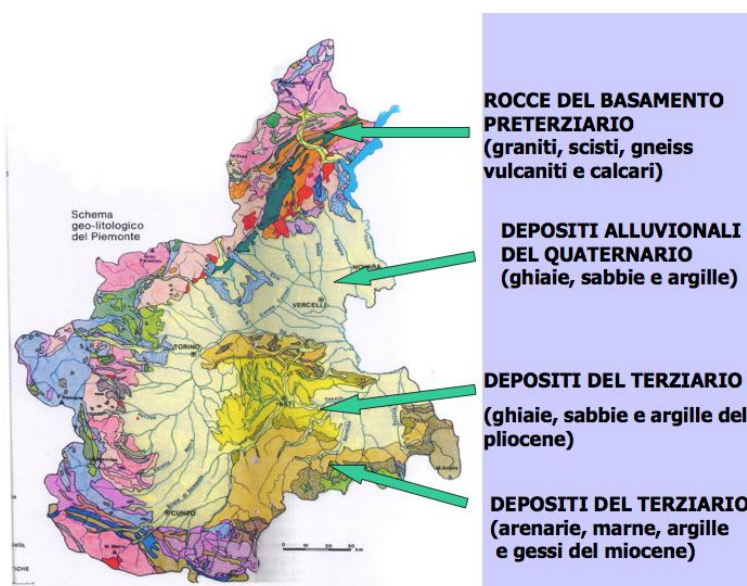
– caratteristiche geologiche (tipo di roccia e giacitura) -

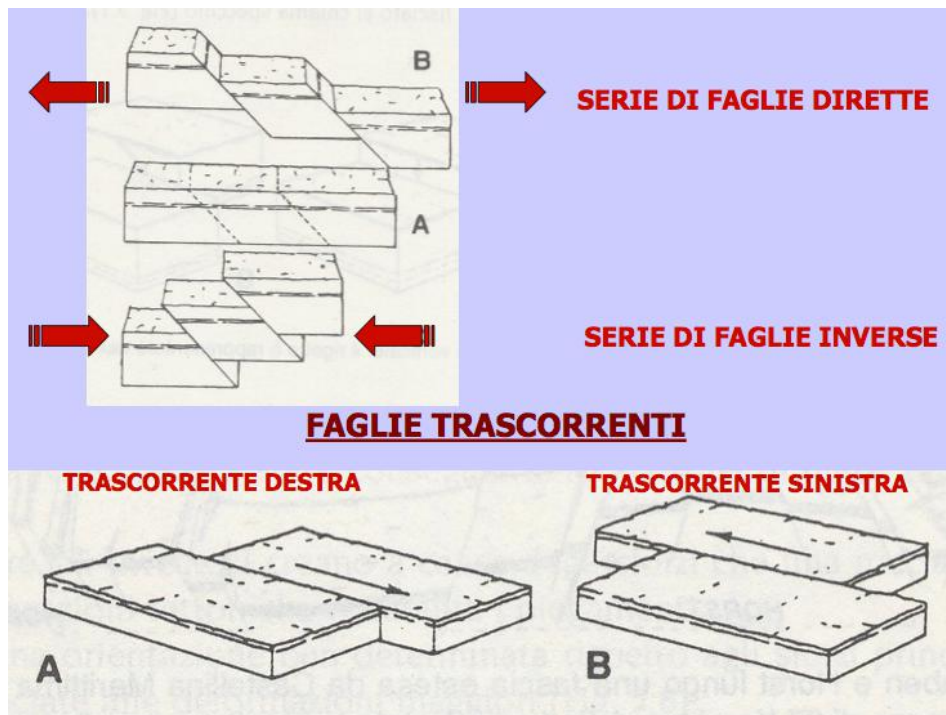
**DEPOSITI QUATERNARI:** Rocce sciolte, pseudocoerenti plastiche (lapidee) Giacitura: orizzontale, deformazione nulla. Rocce recenti, presenti nelle zone vulcaniche. No pieghe/faglie.

**DEPOSITI TERZIARI:** Rocce pseudocoerenti consolidate, semicoerenti Giacitura: blandamente inclinate, deformazione blanda. Rocce consolidate. Più vecchie. Caratteristiche tecniche migliori.

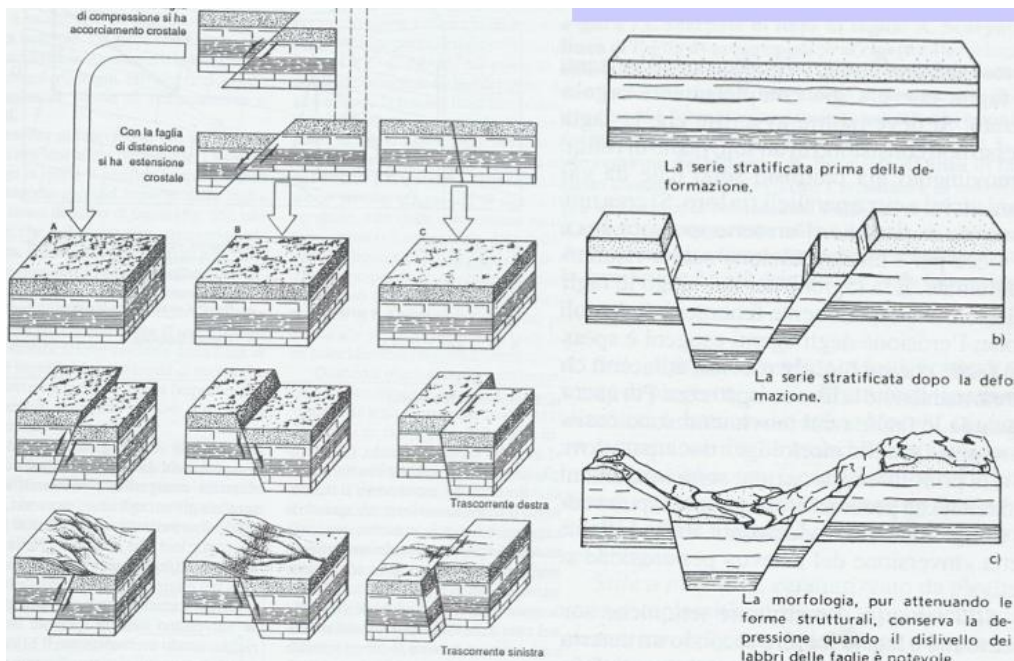
**ROCCE MESOZOICHE E PALEOZOICHE:** Rocce lapidee, molto dure.  
Giacitura: molto variabile, deformazione elevata

Esempio: PIEMONTE

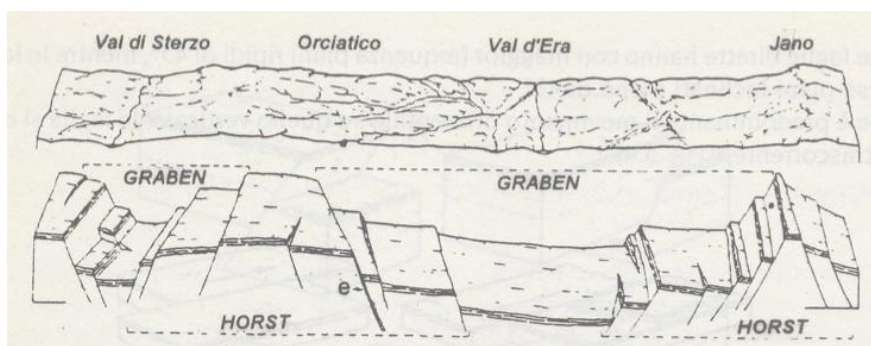




**Relazione tra la situazione tettonica e l'aspetto morfologico del territorio**



**I SISTEMI DI FAGLIE DIRETTE: HORST e GRABEN (in superficie e in profondità)**



## FRATTURAZIONI DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Se vi sono fratture

- possibile caduta di enormi massi
- le caratteristiche tecniche della roccia ne risentono

Le fratture in generale sono piene di:

- H<sub>2</sub>O
- sabbie
- argilla (non vi è circolazione d'acqua)

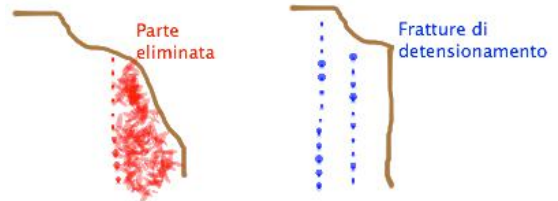
### FRATTURE DA DETENSIONAMENTO

Frattura // al versante.

*Esempio* →

Parete rocciosa con frattura. Una parte di questa viene rimossa. Possono crearsi delle fratture di detensionamento negli anni. Per questo motivo è importante monitorare le fratture.

**NB:** gallerie costruite perpendicolarmente a questo tipo di fratture.



## ZONE CATACLASTICHE

Caratterizzate da fortissime fratture

Le fasce cataclastiche possono raggiungere spessori superiori a 100 m.

## ZONA MILONITICA

Se si ha una faglia in una zona del genere → ciò che si ottiene è un insieme di materiali finissimi impregnati d'acqua.

MILONITE = microfratturazioni dell'ammasso roccioso. In profondità queste porzioni di roccia sono sovente molto umide con caratteristiche geologico-tecniche molto scadenti

→ gravi problemi ingegneristici. Dopo le fasce milonitiche possono verificarsi situazioni completamente diverse. Fare rilevamenti verticali non ha senso, o comunque ha poche probabilità di successo. La cosa migliore sono gli scavi obliqui.



### Problemi connessi con la fratturazione delle rocce:

- Stabilità dei versanti (caduta blocchi e frane)
- Stabilità di vuoti sotterranei
- Improvvise ed abbondanti venute d'acqua



Le deformazioni complesse a grande scala:

- **i fronti di accavallamento**
- **i fronti di sovrascorrimento**  
Sovrapposizione di diversi strati.

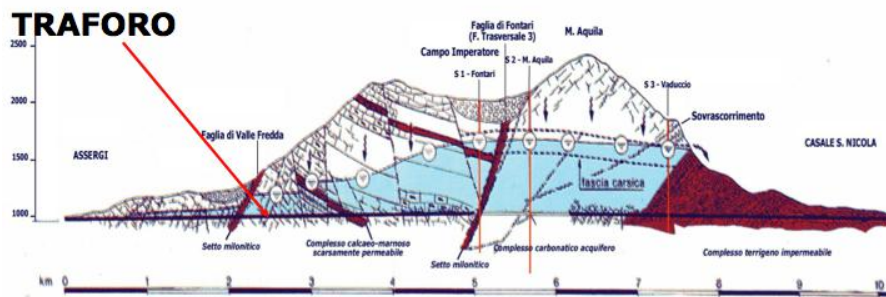
Posizionamento dei diversi strati:

- Orizzontali
- Verticali
- Obliqui/inclinati
  - FRANAPOGGIO - soggetto a movimenti
  - REGGIPOGGIO - soggetto a pochissimi movimenti
- **i thrust** (qualsiasi faglie inversa)

PROBLEMATICHE COLLEGATE ALLA PRESENZA DI STRUTTURE PROFONDE:

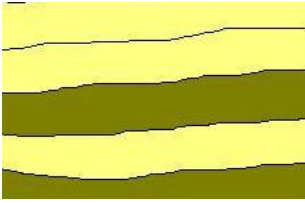
- IMPORTANTI VENUTE IDRICHE
- INSTABILITA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO

SEZIONE SCHEMATICA DEL TRAFORO DEL GRAN SASSO CHE HA INTERCETTATO IMPORTANTI VENUTE IDRICHE LEGATE ALLA PRESENZA DI UN FRONTE DI ACCAVALAMENTO NON RICONOSCIUTO PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DEL TRAFORO



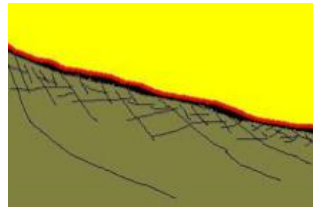
## PRINCIPALI TIPI DI CONTATTO DELLE ROCCE

### - STRATIFICATO



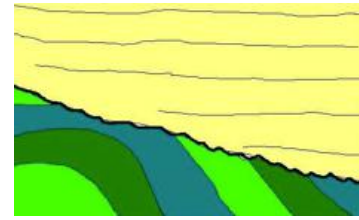
Su carta, rappresentati con linee nere. Se il contatto è tra rocce di tipo diverso → si vede un netto cambio di litologia, altrimenti no.

### - TETTONICO



Sulla carta = linea rossa. Tipo di contatto = faglia - zona cataclastica. Contatto tettonico in sotterraneo, problemi di instabilità + venute idriche.

### - SUPERFICIE DI CONTINUITÀ



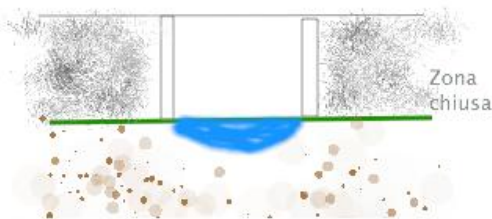
Sulla carta indicato con la linea nera. Una tipica sup di discontinuità presenta alla base una zona umida → questa rende instabile il versante dopo una venuta d'acqua.

es. SUPERFICIE DI DISCONTINUITA' TRA ARGILLE E UN SOTTILE STRATO DI DEPOSITI ALLUVIONALI



Ghiaie - materiale abbastanza buono da un punto di vista ingegneristico.

L'evento di piena porta ad un aumento della velocità di corrente.



→ Realizzato un ponte  
Con questa chiusura (ponte) il fiume è stato costretto a passare in una porzione più piccola. Ma se la sezione viene ristretta, allora si ha un aumento della velocità e una maggiore erosione.  
Un evento di piena ha portato ad un approfondimento del bacino e come conseguenza di ciò, il ponte è crollato.

Con una migliore ricerca avrebbero scoperto le argille e così avrebbero potuto inserire dei pali sotto i plinti.

Generalmente LE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ SONO EVIDENZIATE DA UN'A MARCATA EVIDENZA MORFOLOGICA: CONTATTO TRA LE ROCCE DEL BASAMENTO E DEPOSITI ALLUVIONALI



es2.

Progetto: riempire questa depressione d'acqua.

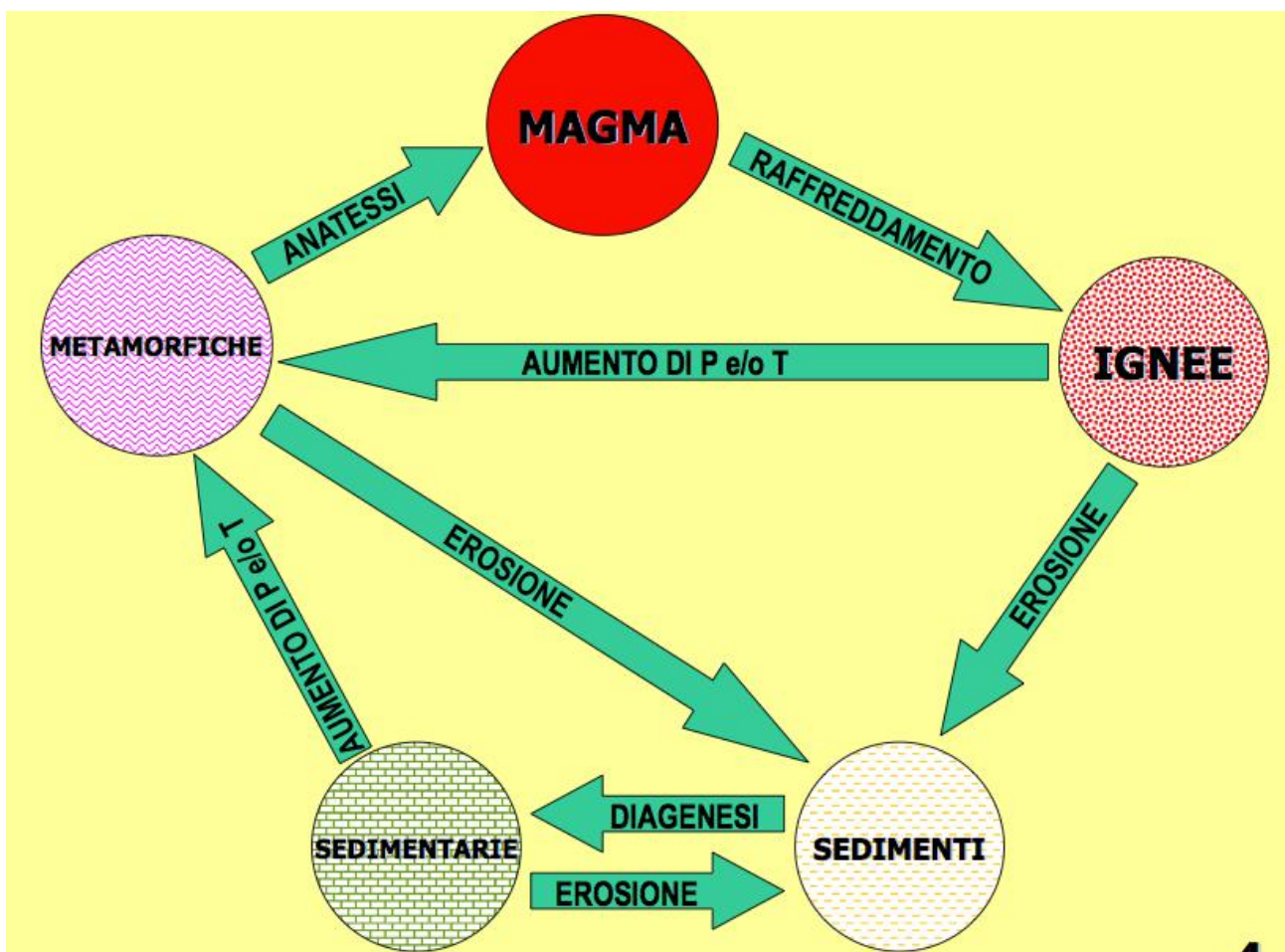
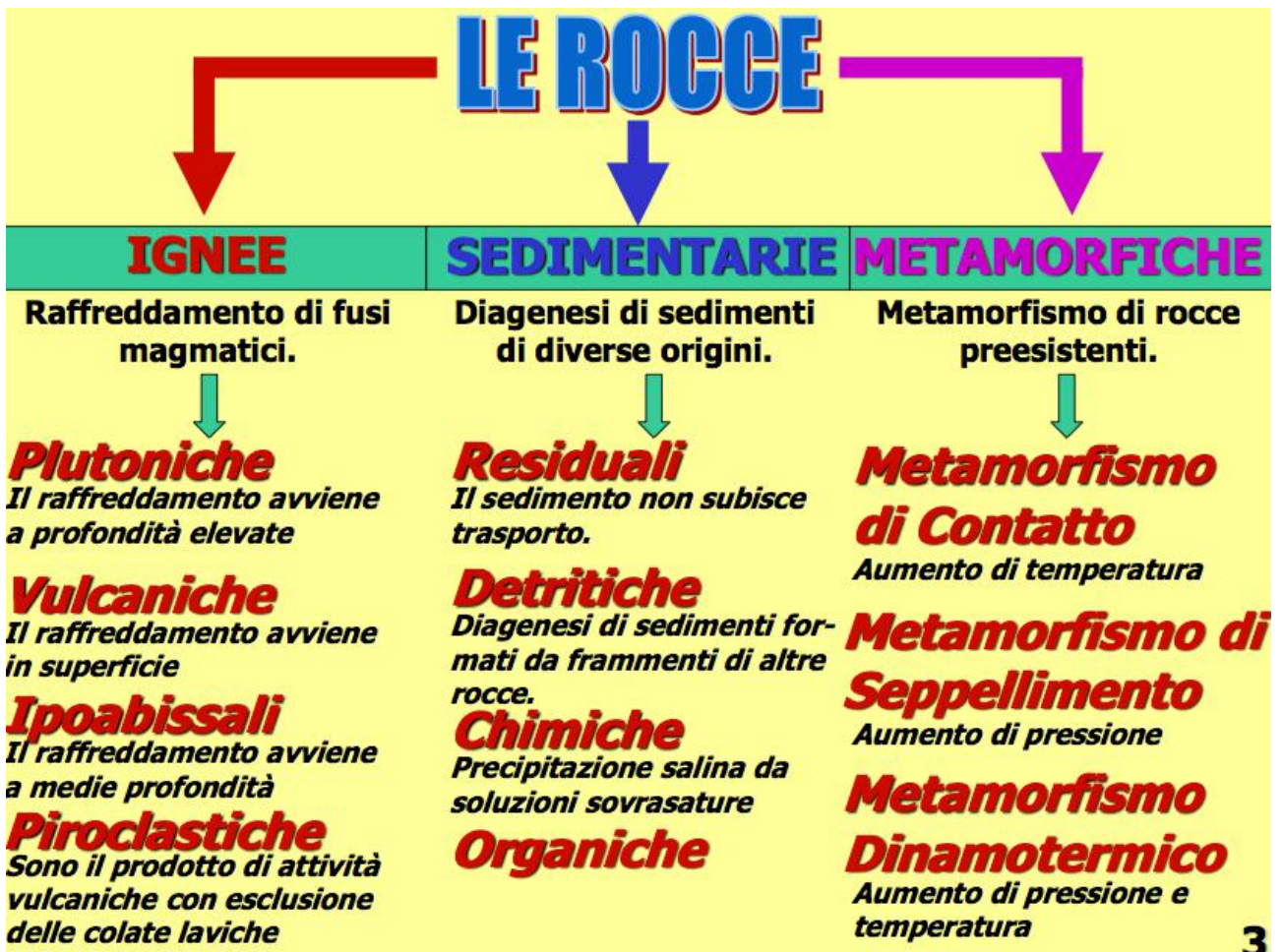
Se vi è una depressione → questa dovrebbe riempirsi di suo.

Dato che ciò non avviene → si tratta di un materiale permeabile.

Si potrebbe impermeabilizzare ma:

- i carichi potrebbero sfondare il sottosuolo

- se non vi è passaggio d'acqua sotto può essere che alcuna sorgenti rimangono senza acqua



## **ROCCE SEDIMENTARIE**

### **ROCCE RESIDUALI**

- Lateriti
- Bauxiti
- Argille residuali

### **ROCCE DETRITICHE**

#### (1) SCIOLTE

- Ghiaie
- Sabbie
- Silt
- Argille
- Marne

#### (2) CEMENTATE

- Conglomerati
- Arenarie
- Siltiti
- Argilliti

### **ROCCE CHIMICHE**

#### (1) EVAPORITICHE

- Salgemma
- Gesso
- Anidride

#### (2) CARBONATICHE

- Calcari
- Dolomiti

#### (3) SILICEE FERRIFERE

#### (4) MANGANESIFERE

### **ROCCE ORGANICHE**

#### (1) CARBONI FOSSILI

- Torba
- Lignite
- Litantrace
- Antracite

#### (2) IDROCARBURI

#### (3) SILICEE FERRIFERE

#### (4) MANGANESIFERE



# LE ROCCE MAGMATICHE INTRUSIVE O PLUTONICHE

Fenomeni magmatici, si originano da 2 tipi di rocce magmatiche:

- **rocce magmatiche intrusive**
- **rocce magmatiche effusive**

## **ROCCE INTRUSIVE**

### **I PLUTONI**

I plutoni sono delle masse di magmatiche che solidificano in profondità formando un corpo igneo intrusivo che cristallizza nella litosfera.

La composizione dei magmi che formano i plutoni sono varie e in base a queste si distinguono: magmi basici (basaltici), magmi intermedi e magmi acidi.

#### **GRANITO**

roccia molto dura. Caratteristiche geologiche/tecniche molto buone.

Difetto = con un clima CALDO/UMIDO tende a DRSGREGARSI e a diventare sabbia/ghiaia. In Italia le alterazioni climatiche danno come risultato le SABBIE GRANITICHE.

In generale usato come materiale costruttivo, ma essendo così duro ha bisogno di una lunga lavorazione.

Esteticamente si presenta in due modi:

- GREZZO (uso esterno)
- LUCIDO (uso interno)

Visto che contiene FERRO → la roccia può macchiarsi nel tempo mostrando delle macchie giallastre.

- Mineralogia: quarzo, ortoclasio, plagioclasì, biotite
- Struttura: cristallina
- Tessitura: massiccia porosità bassa, permeabilità bassa
- Caratteristiche tecniche:  $g = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $s = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

#### **GABBRO**

Roccia lucrebile (usato molto nei cimiteri). è indistruttibile.

- Mineralogia: plagioclasì, pirosseni
- Struttura: cristallina
- Tessitura: massiccia porosità bassa, permeabilità bassa
- Caratteristiche tecniche:  $g = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $s = 150 \text{ Mpa}$

#### **PERIDOTITE**

- Mineralogia: plagioclasì, pirosseni, olivina
- Struttura: cristallina
- Tessitura: massiccia porosità bassa, permeabilità bassa
- Caratteristiche tecniche:  $g = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $s = 150$

#### **DIORITE**

- Mineralogia: plagioclasì, anfiboli
- Struttura: cristallina
- Tessitura: massiccia porosità bassa, permeabilità bassa
- Caratteristiche tecniche:  $g = 2,9 \text{ t/m}^3$ ,  $s = 200 \text{ Pa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

#### **SIENITE**

- Mineralogia: ortoclasio, plagioclasì, biotite
- Struttura: cristallina
- Tessitura: massiccia porosità bassa, permeabilità bassa
- Caratteristiche tecniche:  $g = 2,8 \text{ t/m}^3$ ,  $s = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

#### **GRANITO ALCALINO**

- Mineralogia: quarzo, ortoclasio, plagioclasì, biotite
- Struttura: cristallina
- Tessitura: massiccia porosità bassa, permeabilità bassa
- Caratteristiche tecniche:  $g = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $s = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

## OSSIDIANA

Roccia vulcanica dall'aspetto vetroso. E' un vetro naturale. Se rapido raffreddamento → è un vetro naturale. Il rapido raffreddamento non consente agli atomi di ordinarsi.

## POMICE

Unica roccia che galleggia. Molto porosa. Usata come abrasivo.

## I DEPOSITI PIROCLASTICI

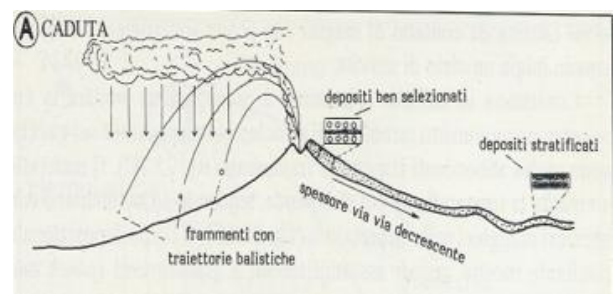
SONO COSTITUITI DAI FRAMMENTI EIETTATI DURANTE LE ERUZIONI VULCANICHE ESPLOSIVE. TALI FRAMMENTI SONO DENOMINATI *Piroclasti*.

<b>PIROCLASTI</b>	<b>Ceneri fini o Polveri</b>	$\Phi < 0,0625 \text{ mm}$
	<b>Ceneri</b>	$0,0625 < \Phi < 2 \text{ mm}$
	<b>Lapilli</b>	$2 < \Phi < 64 \text{ mm}$
	<b>Blocchi o Bombe</b>	$\Phi > 64 \text{ mm}$
<b>PIROCLASTITI</b>	<b>Agglomerati e Breccie piroclastiche</b>	$\Phi > 64 \text{ mm}$
	<b>Tufi a lapilli</b>	$2 < \Phi < 64 \text{ mm}$
	<b>Tufi cineritici o Cineriti</b>	$\Phi < 2 \text{ mm}$

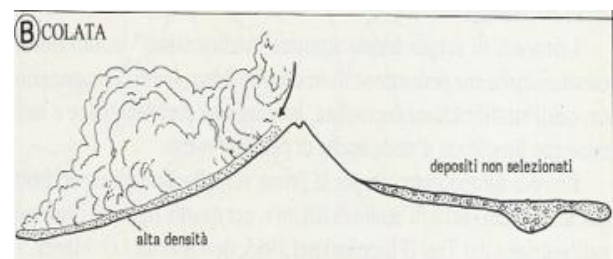
In base alla genesi si distinguono i seguenti tipi di depositi piroclastici:

- DEPOSITI PIROCLASTICI DI CADUTA
- COLATE PIROCLASTICHE
- SURGES PIROCLASTICI
- COLATE DI DETRITI e COLATE DI FANGO
- IALOCLASTITI

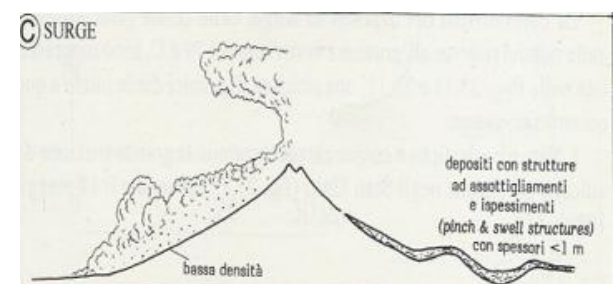
**I DEPOSITI PIROCLASTICI DI CADUTA**, i frammenti di varie dimensioni raggiungono la superficie del suolo dopo aver percorso una traiettoria balistica o sedimentano da nubi di gas e materiale solido in sospensione.



**Le COLATE PIROCLASTICHE (nubi ardenti)** sono flussi di materiali piroclastici in sospensione entro gas molto densi e pesanti. Anche il termine Ignimbrite va inteso come sinonimo di colata piroclastica. Sono prodotte in eruzioni altamente esplosive correlate a magmi altamente viscosi e ricchi in silice.

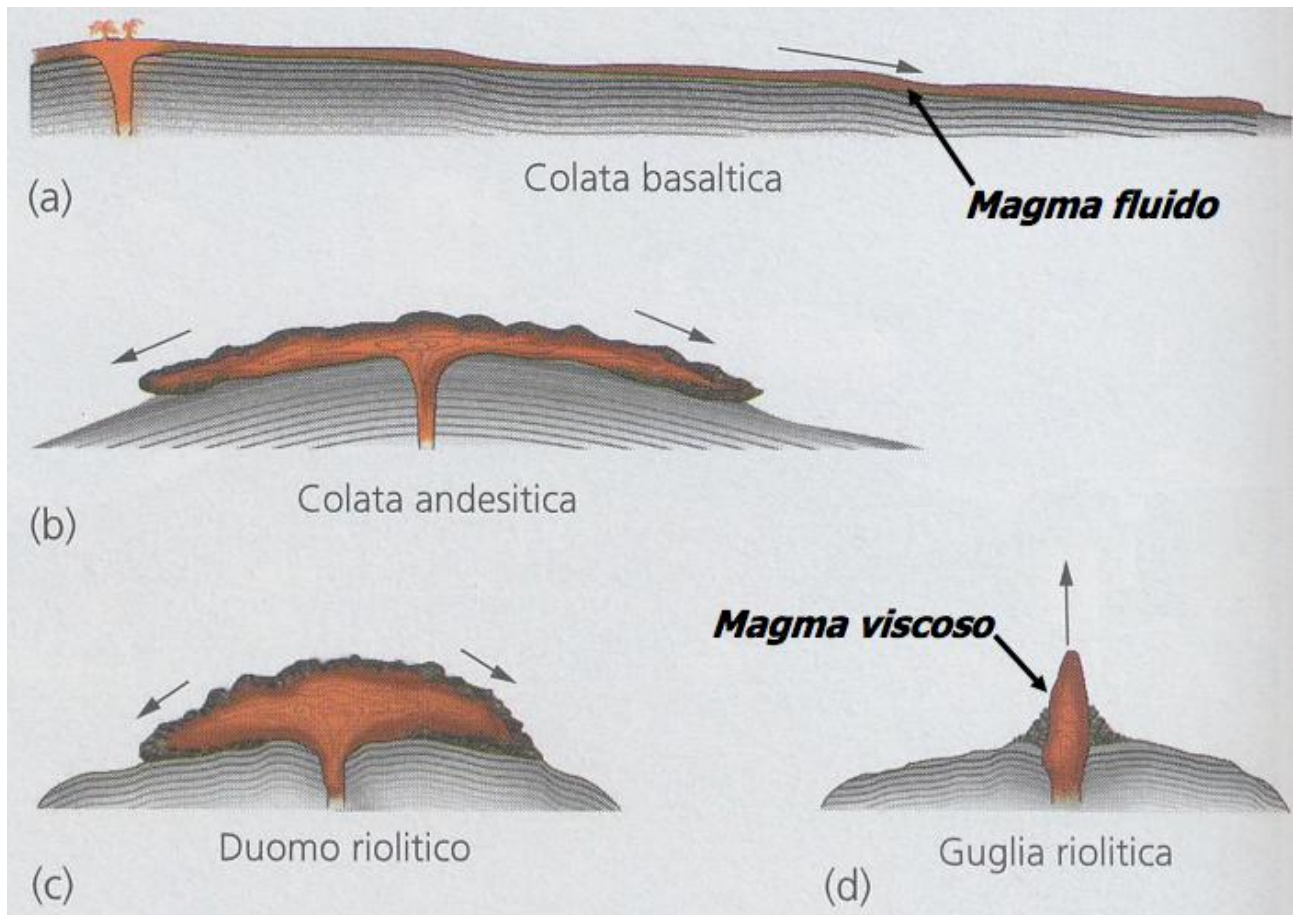


**I SURGES PIROCLASTICI** sono flussi caratterizzati da una concentrazione molto ridotta di frammenti che fluiscono sia sotto la spinta dell'esplosione che per gravità. Sono il risultato delle esplosioni causate dal contatto dei magmi con acque sotterranee.



**ATTIVITÀ PERSISTENTE:** si protrae per lungo tempo e, di solito, termina con attività parossistica

1. EIETTIVA: (emissione di scorie e brandelli di lava)
2. LAGO DI LAVA: (tipici dei vulcani hawaiiiani)
3. EFFUSIVA: (colata lavica vera e propria)



4. ESALATIVA: (emissione di gas)
5. TERMALE e FUMAROLICA: (legate al raffreddamento dei magmi. Tali attività si manifestano attraverso sorgenti termali, mofete, solfatara, fumarole, soffioni e geyser.)

## TIPI DI ERUZIONI

Fasi di attività [STOPPANI (1871)]

1. Pliniana
2. Stromboliana
3. di Solfatara
4. di Estinzione

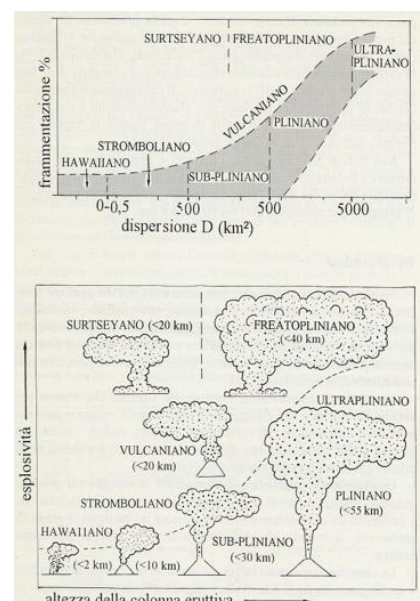
Classifica di A. LACROIX (1908)

1. Hawaiiiano
2. Stromboliano
3. Vulcaniano
4. Peleano

Classifica di G.P.L. WALKER (depositi di caduta)

Grado di frammentazione: % in peso dei materiali piroclastici più fini di 1 mm lungo l'asse di dispersione dove questo attraversa l'isopaca che corrisponde al 10% del valore massimo.

Dispersione: area racchiusa dall'isopaca che rappresenta il 10% del valore massimo.

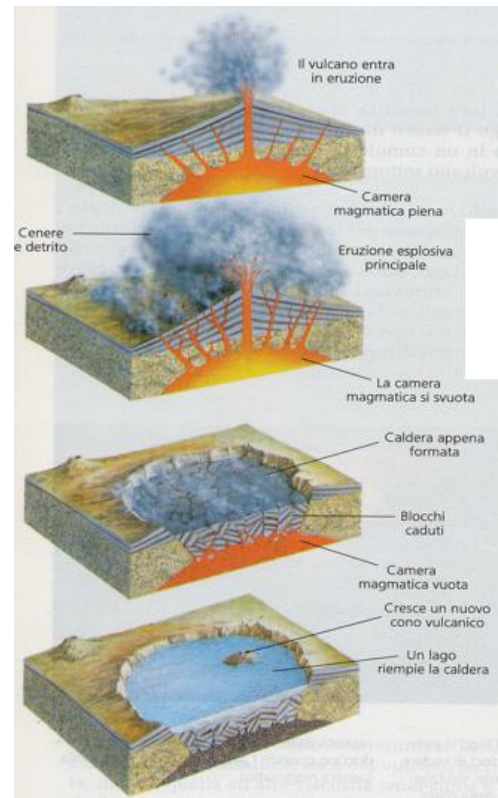
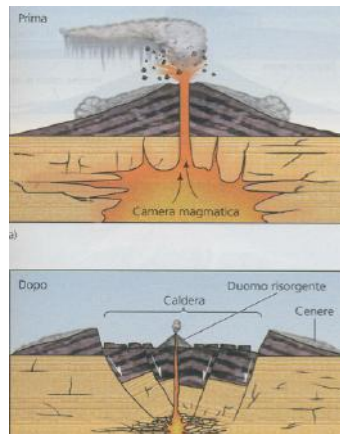




## ATTIVITÀ DI CALDERA

La caldera è una struttura depressa a forma di conca che si forma nella parte alta di un vulcano (tipo strato vulcano o cono di ceneri) per lo sprofondamento parziale dell'apparato vulcanico stesso.

Lo sprofondamento può essere legato ad esplosioni o all'improvviso collasso delle lave consolidate all'interno del focolaio magmatico parzialmente svuotato in seguito ad un'eruzione.



*Esempio*

### Monte S. Helens

Eruzione del 1980

Antica colata lavica, sul fianco nord del Mounth S. Helens

Eruzione preceduta da fenomeni sismici più da un accumulo di neve. Fratture e rigonfiamenti. Con un terremoto si ebbe il collasso di un'intera parete nord del vulcano → Colonne di fumo.

Successivamente, a causa dello scioglimento della neve si ebbe un'eruzione di ceneri e vapor acqueo.

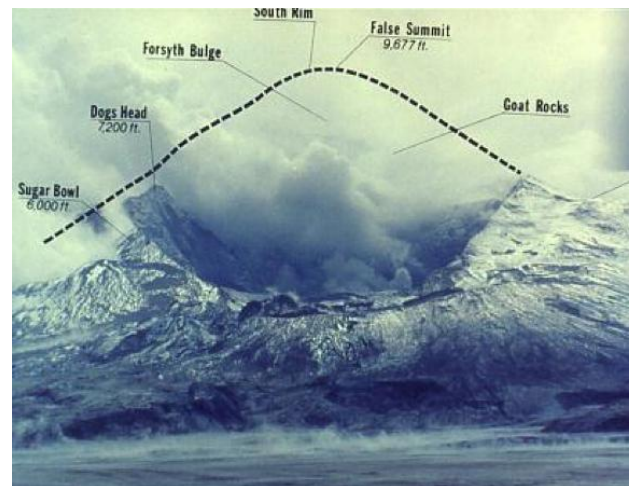
La nube ardente ( flusso piroclastico) rotola velocissima lungo il fianco del monte, portando distruzione e morte

Il 22 giugno 1980 una nuova eruzione, di degassazione, libera, in aria grandi volumi di cenere, ma ormai la grande eruzione è al termine

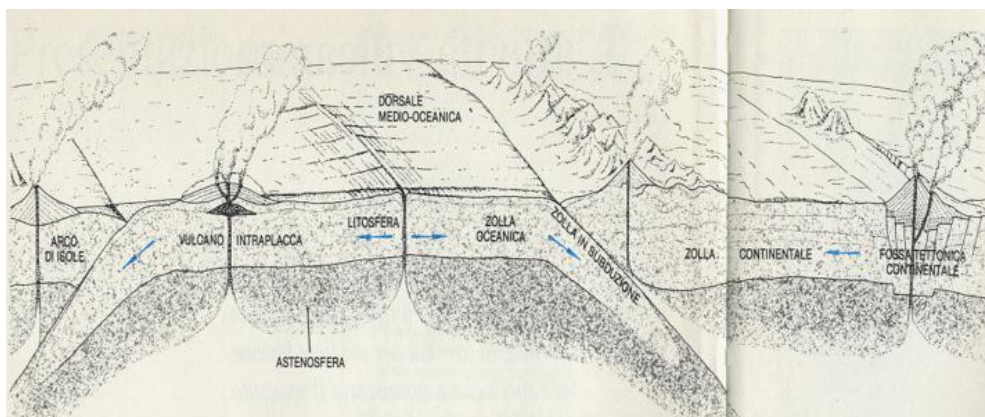
→

La linea tratteggiata è il profilo della montagna, prima dell'eruzione. La parte scomparsa è alta 700 metri circa

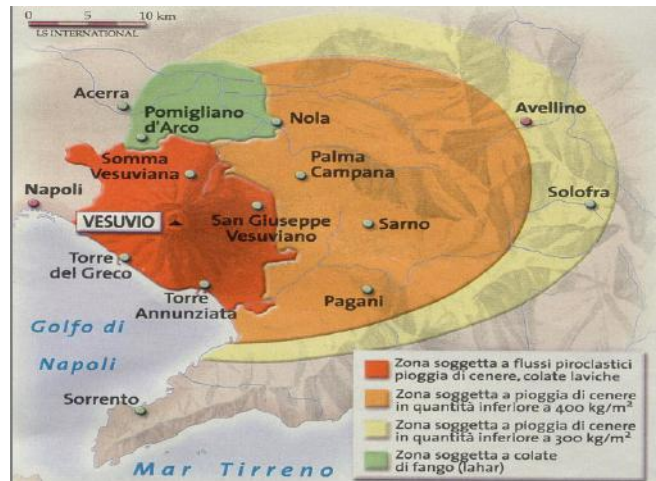
→



## UBICAZIONE DEI VULCANI







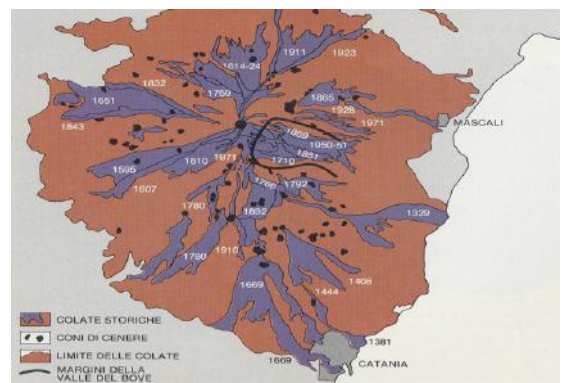
## ETNA

Provincia di Catania

Vulcano attivo

Le eruzioni cominciano con degasamento, emissioni di cenere ed emissione di magma.

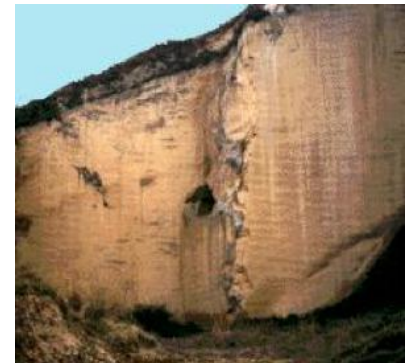
Non provoca troppi danni alle persone.



## Utilizzo delle rocce vulcaniche

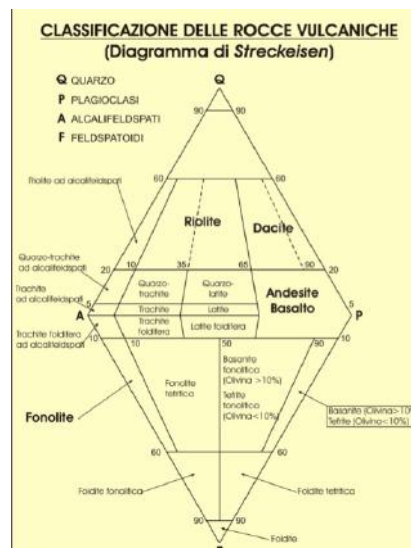
Esempio

- una cava a giorno di tufo (spesso venivano scavate anche in sotterraneo). Ora utilizzate come discariche. I tufi vulcanici sono stati in passato molto utilizzati come materiale da costruzione.
- Le rocce con aspetto porfirico o Porfidi sono molto utilizzate per pavimentazioni esterne
- La colorazione rossastra di queste rocce viene molto apprezzata per pavimentazione di piste ciclabili



## ROCCHE IGNEE VULCANICHE

IL RAFFREDDAMENTO AVVIENE IN SUPERFICIE O A DEBOLI PROFONDITA' E IN TEMPI PIUTTOSTO BREVI



# ROCCE SEDIMENTARIE

Rocce formate dall'accumulo di sedimenti

## RESIDUALI

- Lateriti
- Bauxiti
- Argille residuali

## DETRITICHE o CLASTICHE

<u>Sciolte</u>		<u>Cementate o compattate</u>
Ghiaie	→	Conglomerati
Sabbie	→	Arenarie
Silt	→	Siltiti
Argille	→	Argilliti

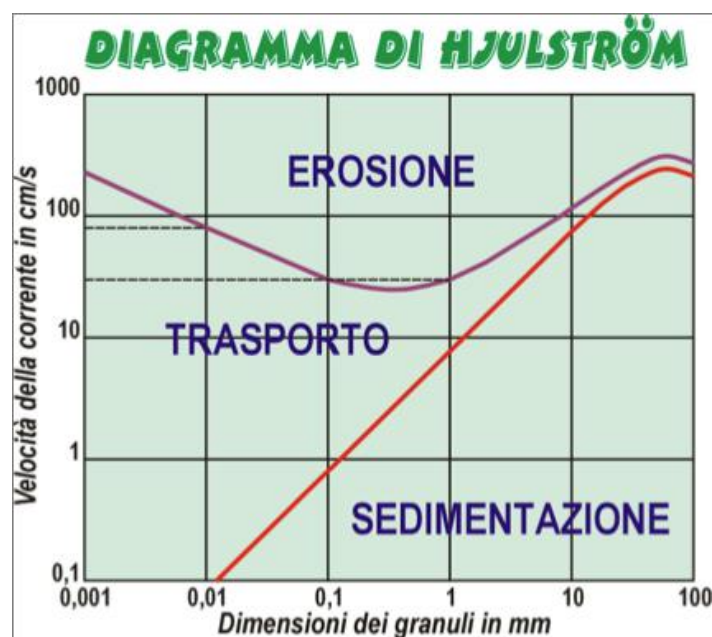
## CHIMICHE E BIOCHIMICHE

- **Evaporitiche**
  - Salgemma
  - Gesso
  - Anidride
- **Carbonatiche**
  - Calcari
  - Dolomie
- **Silicee ferrifere**
- **Manganesifere**

## ORGANICHE

- **Carboni fossili**
  - Torba
  - Lignite
  - Litantrace
  - Antracite
- **Idrocarburi**
- **Rocce fosfatiche**
  - Fosforiti
  - Guano

Le rocce detritiche  
- clastiche -  
terrigne

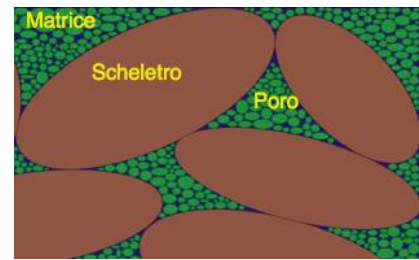


## FORMAZIONE DI UN SEDIMENTO

### 1ª FASE: FASE SINSEDIMENTARIA

DEPOSIZIONE ED ACCUMULO DEI SEDIMENTI

- **Scheletro** - Frazione grossolana
- **Matrice** - Frazione più fine
- **Pori** - Spazi intergranulari



### 2ª FASE: FASE POSTSEDIMENTARIA o DIAGENETICA

TRASFORMAZIONE DEL SEDIMENTO IN ROCCIA COERENTE

- **Cementazione**
- **Alterazione**

#### **Pori**

- porosità efficace di una sabbia pulita è molto alta
- porosità efficace di una argilla appena depositata è molto ridotta mentre la porosità totale è elevata (i pori, molto numerosi) hanno dimensioni molto ridotte)

In seguito alla deposizione del sedimento possono circolare, negli spazi intergranulari più ampi, acque con differenti chimismi che depositano in genere carbonato di calcio → → → **cementazione**

Cementazione = litificazione dei sedimenti causata dalla precipitazione di sostanze portate dalle acque che circolano nei pori dei sedimenti.

**NB:** solo in seguito alla deposizione del sedimento possono circolare negli spazi intergranulari più ampi, acque con diversi chimismi.

In una fase secondaria gli spazi intergranulari possono essere riempiti da cemento carbonatico o da depositi argillosi in seguito a processi di alterazione.

#### **👉 Problema con le costruzioni.**

→ Come togliere l'acqua dall'argilla.

Prima di costruire si possono installare dei PALI di SABBIA i quali riescono a costipare l'acqua nell'argilla. Permettono il drenaggio dell'acqua e la chiusura dei pori.

*Esempio - PISA*

La Torre ha cominciato a inclinarsi poiché costruita su argilla.

*Esempio - VENEZIA*

La città è stata costruita sull'argilla. Non è crollato mai nulla se non il campanile (questo perché troppo peso su una superficie troppo piccola).

## CLASSAZIONE DEI SEDIMENTI

LA CLASSAZIONE È INDICE DELLA PRESENZA DI DIVERSE CLASSI GRANULOMETRICHE ALL'INTERNO DI UN SEDIMENTO.

- **BEN CLASSATO** = È presente una sola classe granulometrica oppure poche di esse
- **MAL CLASSATO** = Sono presenti tutte le classi granulometriche oppure la maggior parte di esse

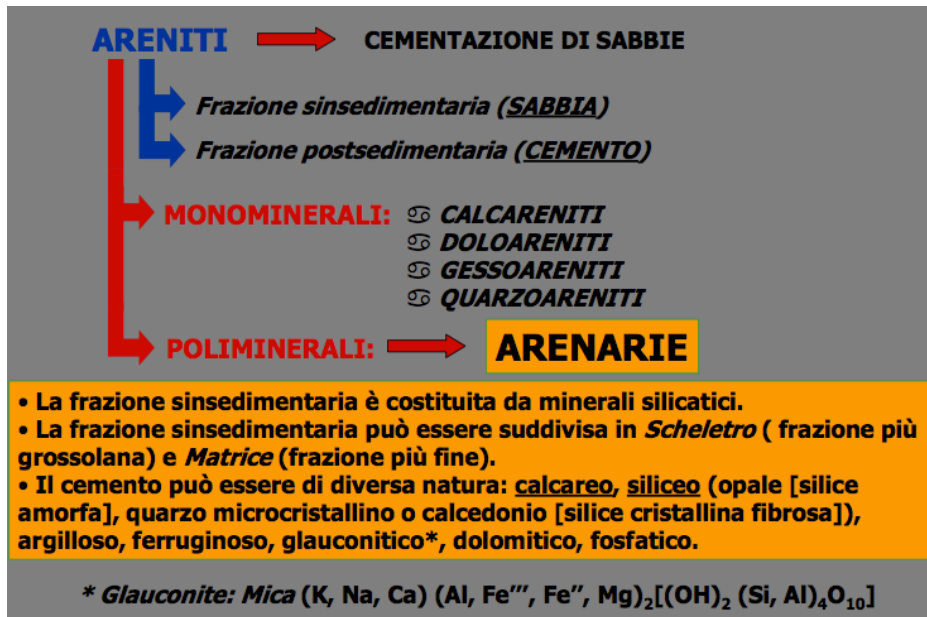
## GRADIAZIONE DEI SEDIMENTI

LA GRADIAZIONE È DATA DA UNA DIMINUZIONE GRADUALE DELLA DIMENSIONE DEI GRANULI PIÙ GROSSI PERPENDICOLARMENTE AL PIANO DI STRATIFICAZIONE.

- **GRADIAZIONE DIRETTA** : La granulometria diminuisce dal basso verso l'alto
- **GRADIAZIONE INVERSA**: La granulometria aumenta dal basso verso l'alto

(NON GRADATO nel caso non vi fossero gradiazioni).

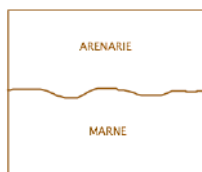
**Sabbie e Arenarie**



**CLASSIFICAZIONE ARENARIE**

		CEMENTO	ASSENTE	PRESENTE		
		MATRICE	> 15% < 75%	< 15%		
FRAZIONE SINSEDIMENTARIA	Frammenti litici < dei feldspati		<b>GROVACCHE FELDSPATICHE</b>	<b>Arenarie Arcosiche</b>	<b>QUARZOARENITI</b>	
				<b>ARCOSE</b> <b>SUBARCOSE</b>		
SCHELETRO	Frammenti litici > dei feldspati		<b>GROVACCHE con INCLUSI LITICI</b>	<b>Arenarie con inclusi litici</b>		<b>SILICE DETRITICA</b>
				<b>SUBGROVACCHE</b> <b>PROTO-QUARZITI</b>		
		<b>Contenuto in quarzo</b>	< 75%	> 75% < 95%	> 95%	

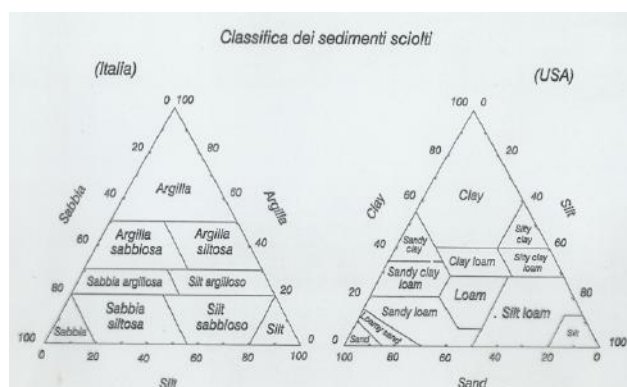
**NB:** Situazione pericolosa? No se non si sono mai staccati massi. Ciò significa che è ben cementata.



**NB2:** la sabbia limosa con le piogge si satura d'acqua e causa frane.

LOAM = miscela di argilla, sabbia, silt in % molto simili.

**Classificazione dei sedimenti sciolti con granulometria fine**





## GLI AMBIENTI SEDIMENTARI

### > CONTINENTALI

- Glaciale
- Fluviale o Alluvionale
  - di Conoide
  - di Pianura
- Lacustre
- Eolico - Desertico

### > MISTI o TRANSIZIONE

- Deltizio
- Litorale
  - Aperto
    - di Spiaggia (dominato dalle onde)
  - Protetto
    - di Barriera e Laguna (dominato dalle onde)
    - di Marea (piana di marea ed estuario, dominato dalle maree)

### > MARINI

- Piattaforma (o mare basso o neritico)
- Mare profondo
  - Torbiditico
    - Scarapata e Canyon
    - Conoide sottomarina
    - Piana sottomarina
  - Pelagico
- Scogliera organogena
- Bacino semichiuso o interno: eusinico ed evaporitico

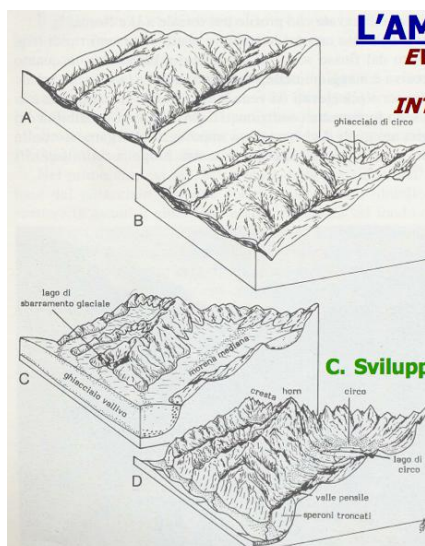
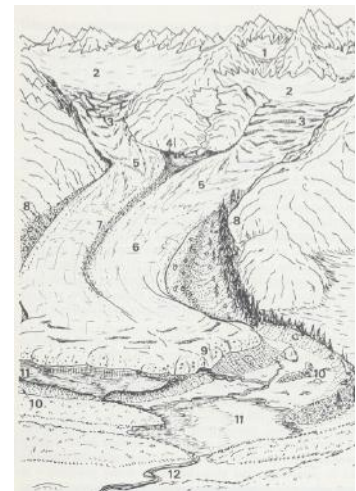
### > CONTINENTALE

#### L'AMBIENTE GLACIALE

Legati alla deposizione di MORENE (accumulo di sedimenti, costruito da detriti rocciosi trasportati da ghiacciai)

#### NOMENCLATURA RELATIVA AI PRINCIPALI ASPETTI MORFOLOGICI E DEPOSITI

1. CIRCO GLACIALE
2. BACINO DI ALIMENTAZIONE
3. SERACCATA (Soglia)
4. LAGHETTO DI CONFLUENZA
5. OGIVE
6. LINGUA GLACIALE
7. MORENA MEDIANA
8. MORENA LATERALE
9. FRONTE DEL GHIACCIAIO
10. MORENA FRONTALE
11. LAGHETTO PROGLACIALE
12. TORRENTE EMISSARIO



#### EVOLUZIONE DEL PAESAGGIO DI UN'AREA MONTUOSA INTERESSATA DA GLACIAZIONE

- A. Rilievo montuoso prima della glaciazione
- B. Formazione dei ghiacciai di circo nelle depressioni topografiche
- C. Sviluppo della rete di ghiacciai vallivi
- D. L'area dopo il ritiro dei ghiacciai

I ghiacciai scendendo a valle depositano materiale eterogeneo. In generale nelle zone a monte si formano delle valli.

Aspetto = ETEROGENEO. Grossi blocchi disposti in modo caotico con ghiaie, sabbie e limi.

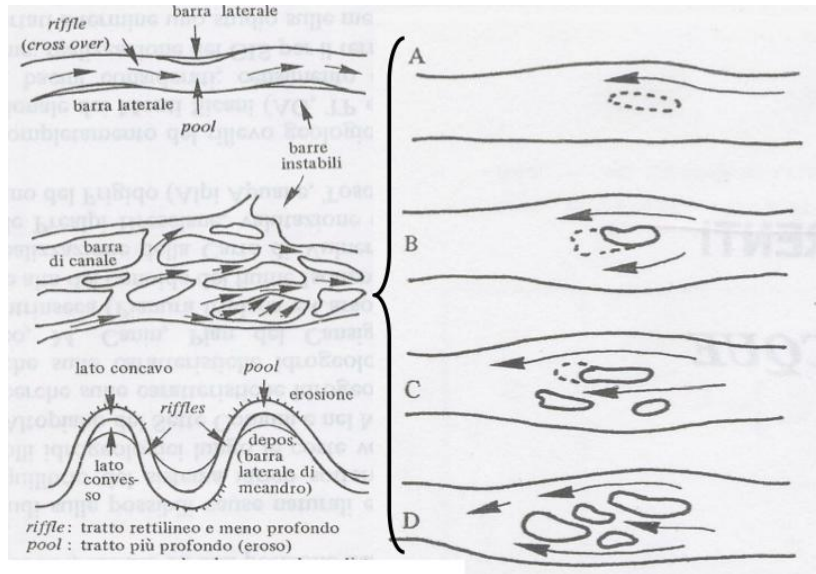
## CANALI FLUVIALI

Ne esistono di tre tipi

Corso d'acqua TORRENTIZIO (ghiaie)  
es: Torrenti Valle Alpine.  
Se Vallata unica → monopulsanti

Corso d'acqua A TRECCE (ghiaia + sabbia)

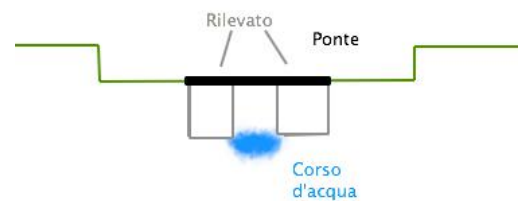
Corso d'acqua a MEANDRI (ghiaia + sabbia + materiali fini)



pool = tratto più profondo  
riffle = tratto rettilineo meno profondo

Esempio.

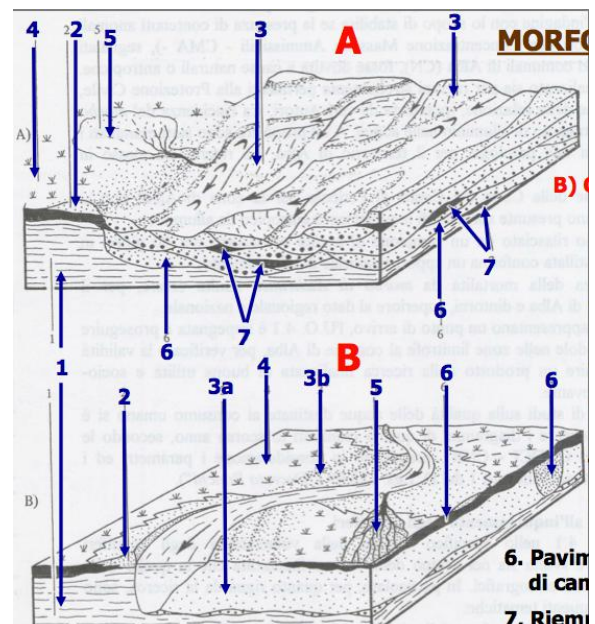
Facendo un rilevato di questo tipo vi è il rischio che con un alluvione il rilevato si saturi d'acqua e quindi che crolli.



A) CORSO A CANALI INTRECCIATI

B) CORSO MEANDRIFORME

1. Alluvium più antico
2. Argine naturale
3. Barra di centro canale o laterale
- 3A. Barra di meandro
- 3B. Sommità di barra : cordoni e solchi
4. Piana inondabile
5. Lingua o ventaglio di rotta
6. Pavimento residuale o fondo di canale
7. Riempimento di canali morti



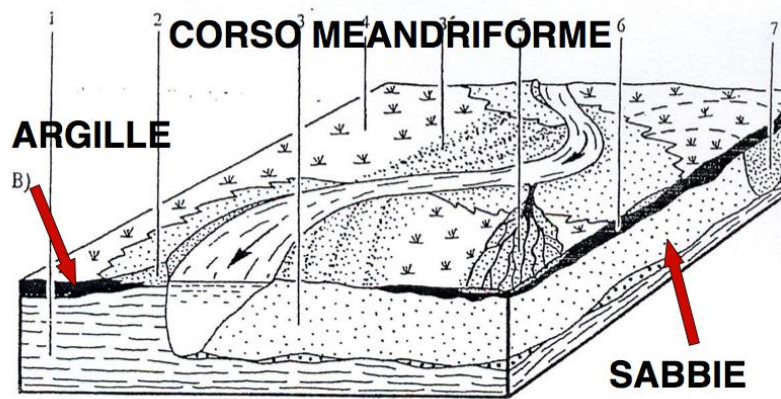


Fig. 18 - Sottoambienti e depositi fluviali. A: corso a canali intrecciati, B: corso meandriforme (da ALLÉN, 1965 e 1970).

1. alluvium più antico; 2. argine naturali; 3. barra: di centro-canale o laterale in A, di meandro in B; 4. sommità di barra: cordoni e solchi; 5. piana inondabile (bacino di piena) → stagni; 6. lingua ventaglio di rotta; 6. pavimento residuale o fondo canale (*lag*).

Sedimentazione *laterale*: dovuta a migrazione delle barre nei canali attivi(3).

Sedimentazione *verticale*: dovuta a trascinazione o *overbank* (2,3,4,5) o riempimento di canali morti

Soluzioni :

- NO costruzione di argini. Non ha molto senso
- CAVE IN ALVEO, rischio crollo delle fondazioni

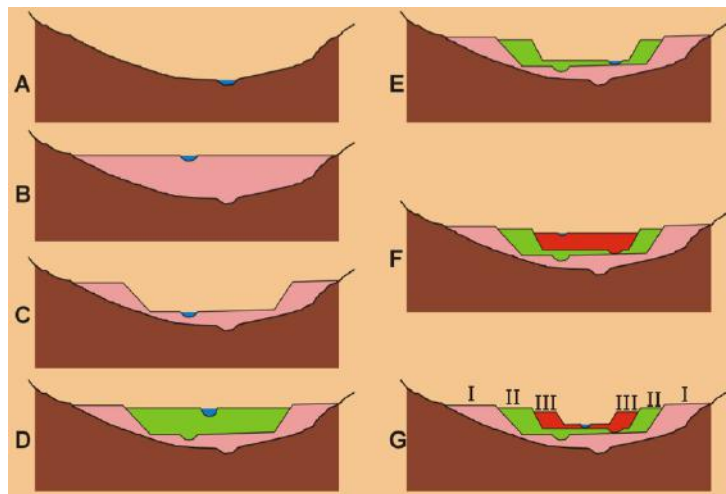
## TERRAZZI FLUVIALI

Fornisco informazioni sulla zona esondabile.

es. FASCIA A = fascia ordinaria dell'esondazioni.

In prossimità del corso d'acqua l'orlo di terrazzo o sponda fluviale può subire importanti modificazioni

Durante un evento alluvionale, in poche ore, il terrazzo fluviale può subire un arretramento di parecchi metri



## L'AMBIENTE LACUSTRE

Lacustre = caratteristiche di un fiume. Luoghi in cui dopo che i corsi d'acqua si sono asciugati, è stato costruito. Caratterizzati da profondità limitate e comprendono materiali FINI.

Le aree in prossimità delle coste presentano in genere Ambienti legati a depositi lacustri-palustri.

→ Argilla LACUSTRE = stratificata. Ogni strato ha un alto contenuto di materiale organico.

TORBA = deposito composto da resti vegetali sprofondati e impregnati d'acqua.

→ stato iniziale della formazione del carbone (infatti viene considerato come un carbone scadente). E' un materiale morbido quindi è difficile che si usi nelle costruzioni.



**Esempio - Progetto MOSE (Venezia)**

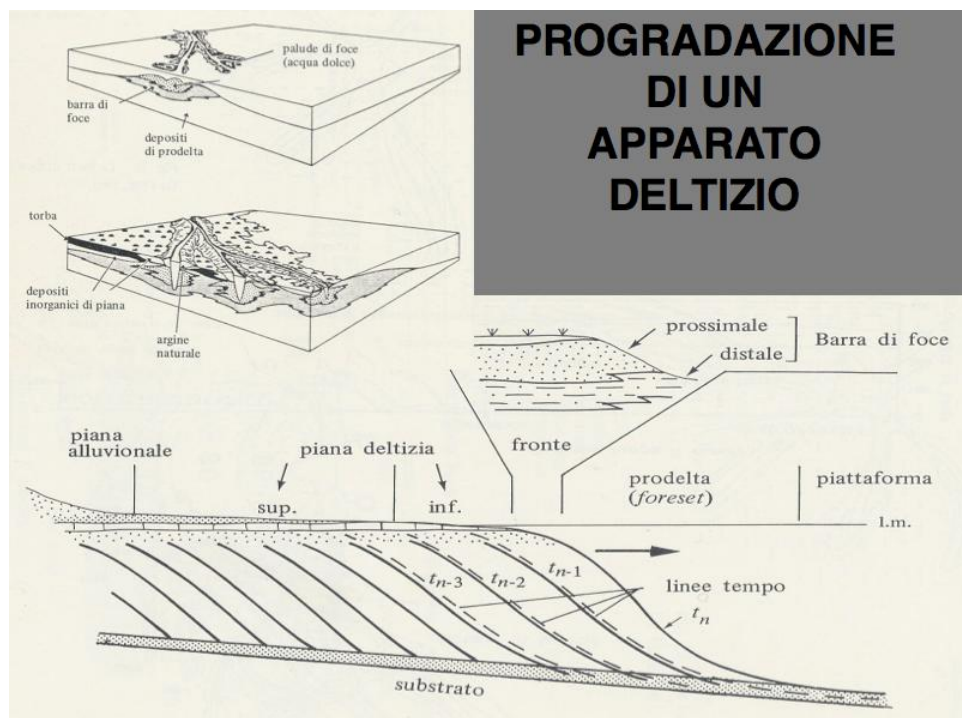
Obiettivo = Chiudere le bocche di marea in modo da controllare il livello dell'acqua.

Enormi pareti che quando non vi è pericolo sono aperte, altrimenti si chiudono. Si presume il livello rimanga relativamente basso.

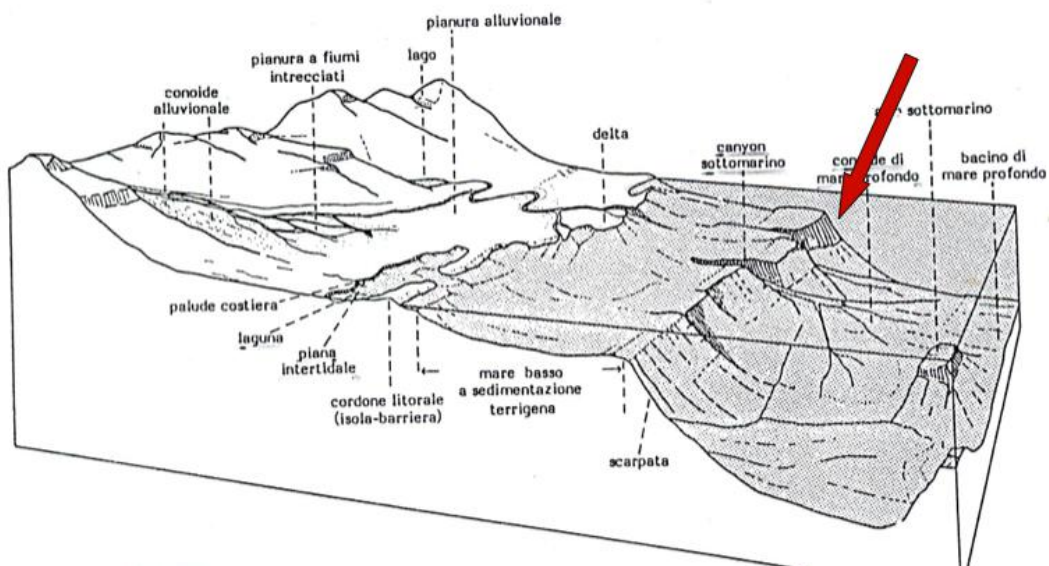
Lati negativi : non vi sarebbe più il ricambio di acqua.

**NB:** Costruzioni a VENEZIA. Tutte poggiano su ARGILLA. Piantati dei PALI per PERCUSSIONE (migliaia di pali). Questi, durante la penetrazione nel terreno, spostano il materiale e lo comprimano → COSTIPAMENTO. Forte coesione. L'unico edificio crollato è il campanile.

**PROGRADAZIONE DI UN APPARATO DELTIZIO**



**DEPOSITI MARINI PROFONDI**





# LE ROCCE SEDIMENTARIE CARBONATICHE E EVAPORITICHE

ROCCE SEDIMENTARIE: EPICLASTICHE → formate dalla degradazione meteorica

## LE MARNE

→ ROCCE (facilmente erodibili) COMPOSTE DA CARBONATO DI CALCIO E ARGILLE IN TUTTE LE PROPORZIONI:

ROCCIA	% CaCO <sub>3</sub>	% Argilla
Argilla	0 – 5	100 – 95
Argilla marnosa	5 – 15	95 – 85
Marna argillosa	15 – 35	85 – 65
Marna	35 – 65	65 – 35
Marna calcarea	65 – 85	35 – 15
Calcarea marnosa	85 – 95	15 – 5
Calcarea	95 – 100	5 – 0

$$\frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO}} = \text{Indice di Idraulicità} \begin{cases} 0,10 - 0,50 & \text{calci idrauliche} \\ 0,50 - 0,65 & \text{cementi a lenta presa} \\ > 0,65 & \text{cementi a presa rapida} \end{cases}$$

### MINERALI CARBONATICI

- CALCITE (CaCO<sub>3</sub>)
- DOLOMITE (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)

### ROCCE CARBONATICHE

- CALCARI
- DOLOMIE

**NB:** il cemento utilizzato oggi è quello ottenuto da rocce calcaree.

In generale le rocce carbonatiche sono SOLUBILI (reagiscono con l'acqua) e danno origine a dei vuoti sotterranei.

**I CALCARI DI DEPOSITO CHIMICO**

$$\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$$

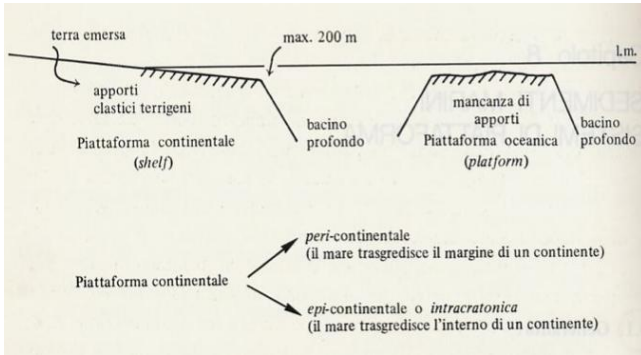
**IN AMBIENTE CONTINENTALE:** { Alabastri calcarei  
Stalattiti  
Stalagmiti  
Travertini { *di Cascata*  
                  *di Sorgente*

**IN AMBIENTE MARINO:** { La sedimentazione carbonatica in ambiente marino è caratteristica delle *Piattaforme Carbonatiche* dove, oltre al deposito chimico, si riscontrano accumuli calcarei clastici e di origine biochimica.

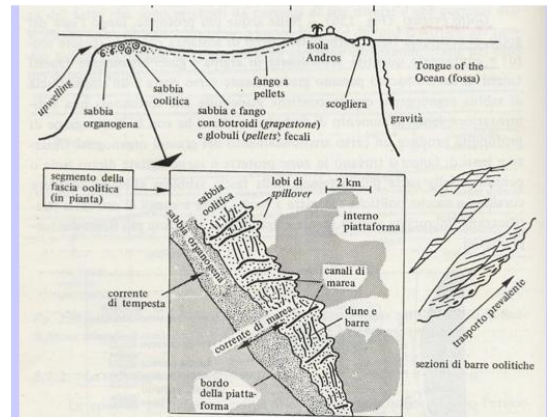
## LE ROCCE CARBONATICHE: CLASSIFICAZIONE [FOLK, 1962]

**3 COMPONENTI:** { **ALLOCHEMS (Scheletro)**      *Alta energia, Φ > 4 μm*  
                          **MICRITE (Matrice)**      *Bassa energia, Φ < 4 μm*  
                          **SPARITE o SPAR o SPATITE (Cemento)**

## TIPI DI PIATTAFORMA

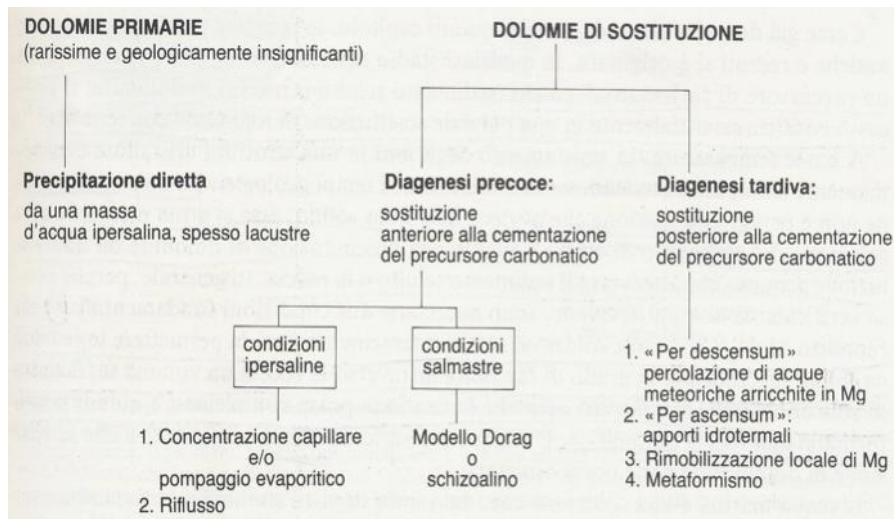


## PIATTAFORMA CARBONATICA ATTUALE

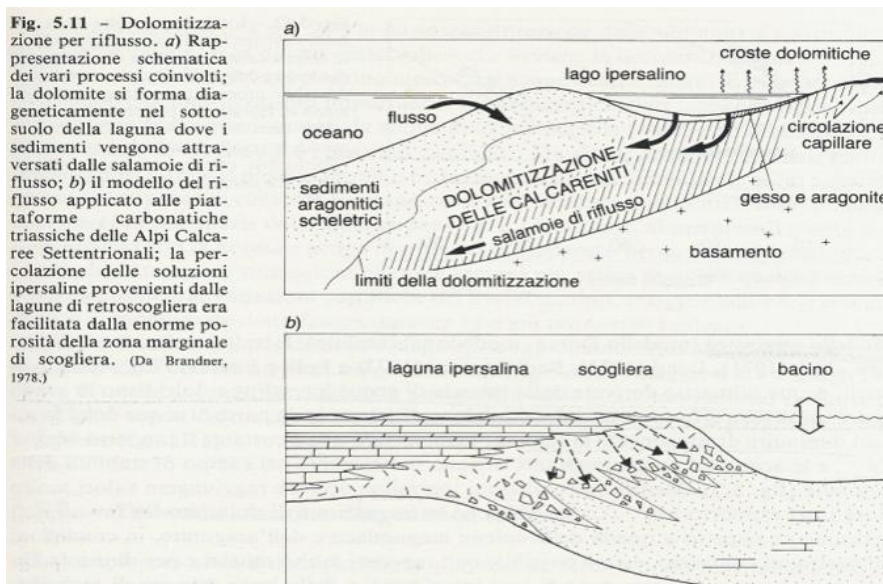


## DOLOMIE

ROCCE COMPOSTE DA DOLOMITE:  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

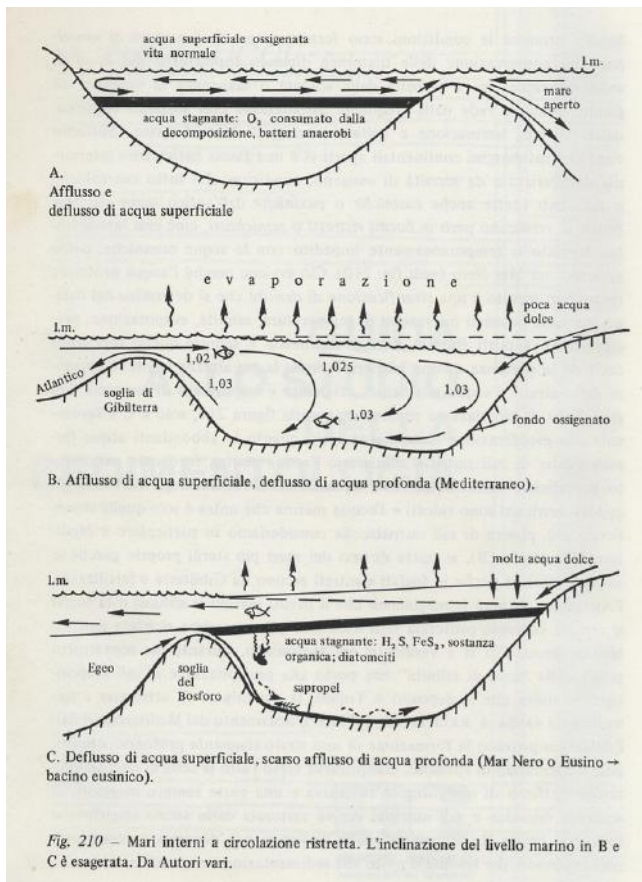


## PROCESSO DI DOLOMITIZZAZIONE - MECCANISMO DEL RIFLUSSO

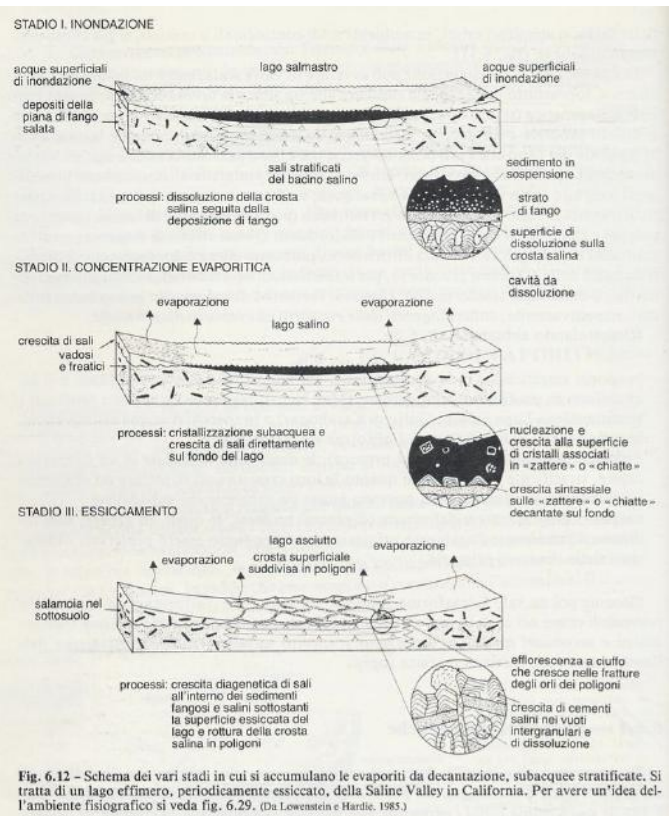




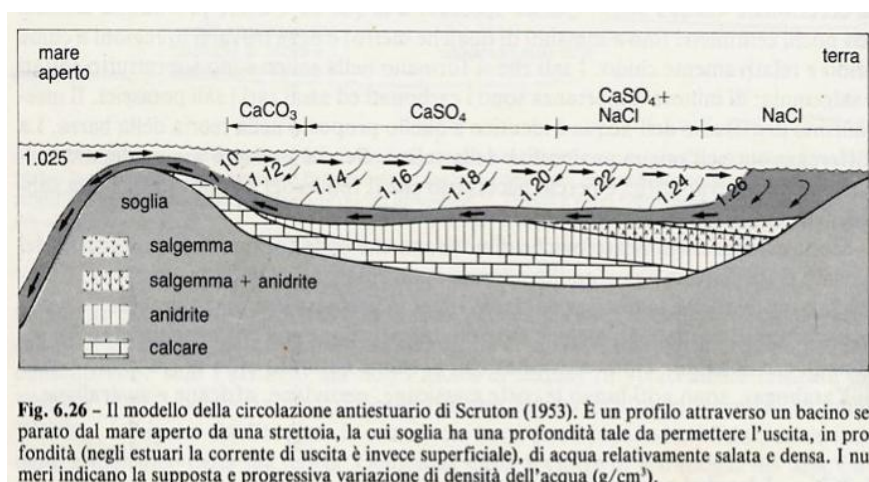
MARI INTERNI A CIRCOLAZIONE RISTRETTA



STADI DI ACCUMULO DELLE EVAPORITI



MODELLO DELLA CIRCOLAZIONE ANTIESTUARIO



Gesso e Anidrite sono molto simili ma l'anidrite rigonfia quando viene a contatto con l'acqua

- Mineralogia: gesso e anidrite
- Tessitura: massiccia o stratificata, porosità variabile, permeabilità elevata (funzione del grado di dissoluzione)
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 50 \text{ MPa}$

I MINERALI PRINCIPALI ED ACCESSORI			I MINERALI PRINCIPALI ED ACCESSORI		
Nomi da ricordare			Nomi da ricordare		
ROCCIA	COSTITUENTI PRINCIPALI	COSTITUENTI ACCESSORI	ROCCIA	COSTITUENTI PRINCIPALI	COSTITUENTI ACCESSORI
<b>gneiss</b>	feldspato, plagioclasti, muscovite (< 20%), biotite	epidoto, tormalina, magnetite, zircono, granato	<b>gneiss</b>	feldspato, plagioclasti, muscovite (< 20%), biotite	epidoto, tormalina, magnetite, zircono, granato
<b>micascisti</b>	quarzo, muscovite (> 50%), biotite, fengite	clorite, tormalina, pirite, magnetite, grafite, granato	<b>micascisti</b>	quarzo, muscovite (> 50%), biotite, fengite	clorite, tormalina, pirite, magnetite, grafite, granato
<b>filladi</b>	quarzo, muscovite, sericite, clorite,	granato, calcite	<b>filladi</b>	quarzo, muscovite, sericite, clorite,	granato, calcite
<b>kinzigiti</b>	quarzo, plagioclasti, feldspato, biotite, granato, cordierite	tormalina, magnetite, zircono, sillimanite,	<b>kinzigiti</b>	quarzo, plagioclasti, feldspato, biotite, granato, cordierite	tormalina, magnetite, zircono, sillimanite,
<b>argilloscisti</b>	quarzo, muscovite, grafite, biotite	pirite, magnetite, carbone, calcite	<b>argilloscisti</b>	quarzo, muscovite, grafite, biotite	pirite, magnetite, carbone, calcite
<b>calcescisti</b>	calcite, muscovite, fengite, grafite	epidoto, plagioclasti	<b>calcescisti</b>	calcite, muscovite, fengite, grafite	epidoto, plagioclasti
<b>marmi</b>	calcite	pirite, quarzo, grafite, muscovite	<b>marmi</b>	calcite	pirite, quarzo, grafite, muscovite
<b>marmi a silicati</b>	calcite	muscovite, clorite, epidoto, wollastonite, serpentino	<b>marmi a silicati</b>	calcite	muscovite, clorite, epidoto, wollastonite, serpentino
<b>calcefiri</b>	calcite, wollastonite, granato, plagioclasti	anfiboli, grafite, titanite	<b>calcefiri</b>	calcite, wollastonite, granato, plagioclasti	anfiboli, grafite, titanite

### Calcescisto

- Mineralogia: calcite, muscovite
- Tessitura: anisotropa, scistosa
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 70 \text{ MPa}$

### Talcoscisto

- Mineralogia: Talco, quarzo
- Tessitura: anisotropa, scistosa
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 50 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia per copertura tegolare

### Gneiss occhiadino

- Mineralogia: quarzo, feldspato, muscovite, biotite
- Tessitura: anisotropa, scistosa
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

### Gneiss (luserna)

- Mineralogia: quarzo, feldspato, muscovite,
- Tessitura: anisotropa, scistosa
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

### Ortogneiss

- Mineralogia: quarzo, feldspato, muscovite, biotite
- Tessitura: anisotropa, scistosa
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

### Oficalce (breccia serpentinitica)

- Mineralogia: calcite, serpentinite
- Tessitura: isotropa, massiccia
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

### Marmo

- Mineralogia: calcite,
- Tessitura: isotropa, massiccia
- Caratteristiche tecniche:  $\gamma = 2,7 \text{ t/m}^3$ ,  $\sigma = 150 \text{ MPa}$
- Utilizzo: roccia ornamentale

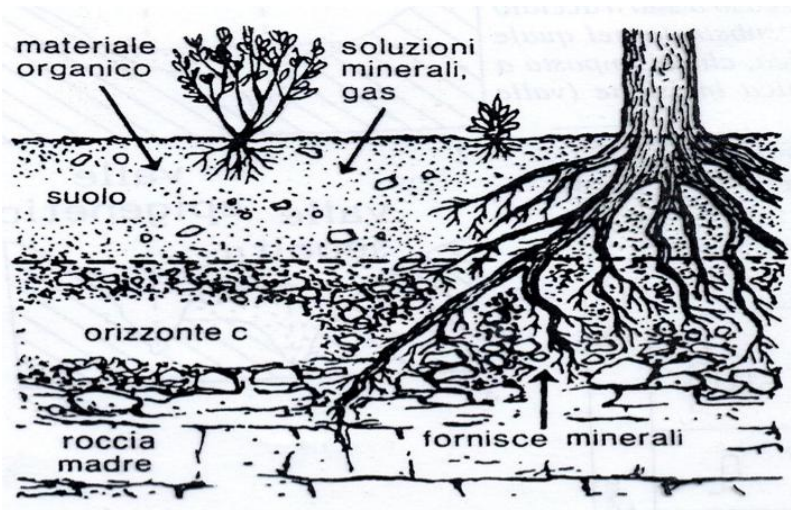


**SUDDIVISIONE DEGLI ORIZZONTI PEDOGENETICI**

SUOLO NATURALE (non coltivato)	SUOLO (TERRENO) AGRARIO	SOIL (inglese)	SOL (francese)
Orizzonte A	Strato attivo o arabile o lavorato (fino a 40-60 cm di prof.)	Topsoil (surface soil) (¹)	Couche superficielle
Orizzonte B	Strato inerte	Subsoil (²)	Sous-sol
Substrato pedogenetico C	Sottosuolo	Parent material	Matériau originel (parental)
Roccia madre R (sinonimi: substrato geologico, roccia inalterata, sottosuolo, roccia in posto; questi due ultimi termini si usano in Geologia)		Bedrock	Roche mère

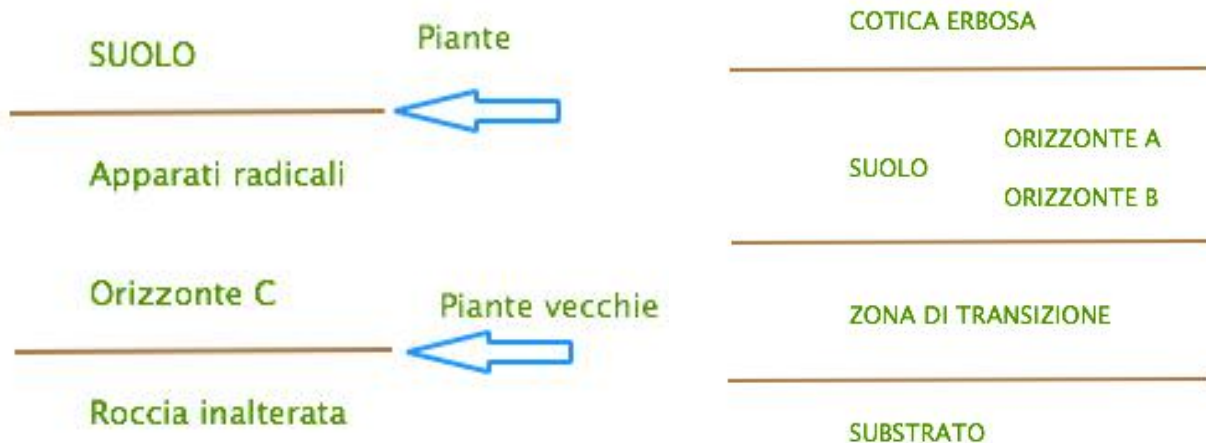
(¹) Termine usato in Geotecnica. Corrisponde all'orizzonte A.  
(²) Termine usato in Geotecnica. Corrisponde all'orizzonte B.

**IL SUOLO**



In generale si riconoscono le seguenti parti del suolo:

- Cotica erbosa (suolo agrario, coltivato)
- **ORIZZONTE A** (strato attivo), materiale argilloso
- **ORIZZONTE B** (strato inerte), materiale roccioso
- Orizzonte C (zona di transizione)
- Substrato roccia madre - roccia in posto

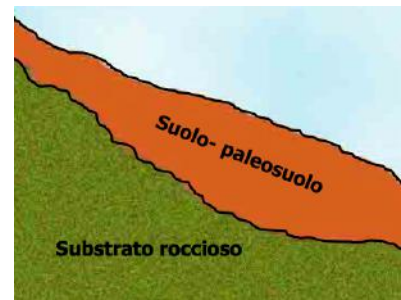


**NB:** dal punto di vista ingegneristico, l'orizzonte A e B non mostrano differenze.

**PALEOSUOLO:** suolo in genere di colorazione rossastra con spessori elevati formatosi in condizioni climatiche diverse da quelle attuali. Tra una fase glaciale e l'altra vi era periodi caldo-umidi. Si è formato anni fa (anche in Italia).

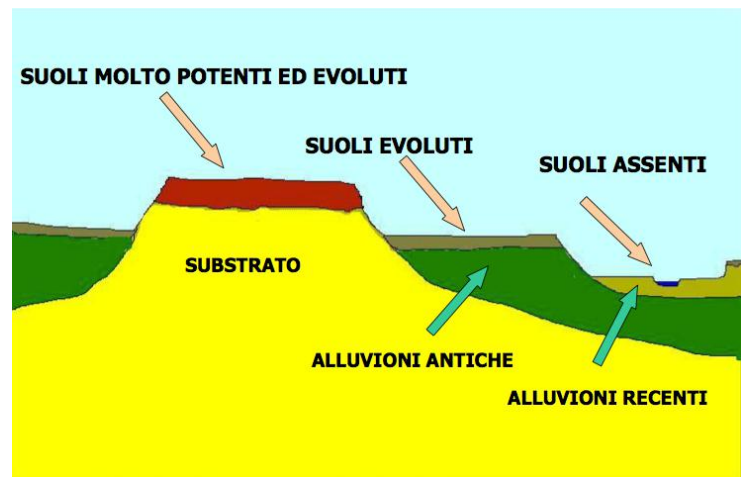
**NB:** l'assenza di suolo vicino ad un fiume (acqua in generale) indica il fatto che molto spesso questo esonda.

Se il paleosuolo ha dimensioni abbastanza grandi → rischio. Caratteristiche tecniche scarse. Nelle zone pedemontane alla presenza di suoli, paleosuoli o zone molto alterate con spessori molto elevati (fino a 20-30 m) si ha una notevole instabilità di tali sedimenti  
es. Calabria: si sta spostando.



Ritrovabili molto spesso nelle zone montane tra lo stato di pianura e quello collinare.

**DIFFERENTI TIPOLOGIE DI SUOLI IN RELAZIONE ALL'ETA' DEI SEDIMENTI**



Da alcuni anni si stanno realizzando i nuovi fogli della Carta Geologica con scala 1/ 50.000

### LEGENDA CARTA GEOLOGICA al 50.000

**ALLOGRUPPO DEL MONCENISIO**

**Alloformazione di Venàus**  
*Diamicton* a matrice sabbioso-limosa poco alterata con clasti e blocchi talvolta con buon grado di arrotondamento rappresentati prevalentemente da calcescisti, micascisti e breccie a cemento carbonatico (*till* di allogamento) (**ven<sub>m</sub>**). Accumulo caotico di blocchi con struttura di tipo *open work*, quasi privo di matrice: i blocchi, di dimensioni metriche ed il più delle volte di forma tabulare, sono costituiti da calcescisti marmorei (*till* di ablazione) (**ven<sub>n</sub>**). **PLEISTOCENE SUP.**

**Alloformazione di Magnoletto**  
*Diamicton* massivi a matrice limoso-sabbiosa poco alterati. Clasti subarrotondati, levigati e talora striati (*till* di allogamento) (**mg<sub>m</sub>**); *diamicton* massivi poco addensati, con clasti e blocchi subangolosi immersi in matrice sabbioso-ghiaiosa (*till* di ablazione) (**mg<sub>n</sub>**). Clasti costituiti da gneiss, micascisti e calcescisti. **PLEISTOCENE SUP.**

**Alloformazione di Frassinere**  
*Diamicton* a matrice ghiaioso-sabbiosa poco o per nulla alterata, con clasti, da sub-angolosi ad arrotondati, di gneiss, micascisti, quarziti e quarziti micacee (*till* di allogamento) (**fra<sub>m</sub>**). *Diamicton* a matrice sabbioso-ghiaiosa con clasti e grossi blocchi di gneiss e micascisti (*till* di ablazione) (**fra<sub>n</sub>**). **PLEISTOCENE SUP.**

**UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA**

**Unità ubiquitarie**  
 Depositi con struttura di tipo *open work* e *partially open work*, con clasti e blocchi angolosi e scarsa matrice (depositi detritici) (**uin<sub>a</sub>**, **uin<sub>b</sub>**); depositi eterogenei a struttura caotica, basso grado di addensamento e litofacies variabile da *diamicton* a matrice limoso-sabbiosa ad ammassi di blocchi (accumuli gravitativi) (**uin<sub>c</sub>**, **uin<sub>d</sub>**); *diamicton* massivi a matrice ghiaioso-sabbiosa (depositi di origine mista) (**uin<sub>e</sub>**); concrezioni carbonatiche a struttura massiva e/o stratificata (travertini) (**uin<sub>f</sub>**). **PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE**

Carte interpretative = si basano solo sulle rocce.

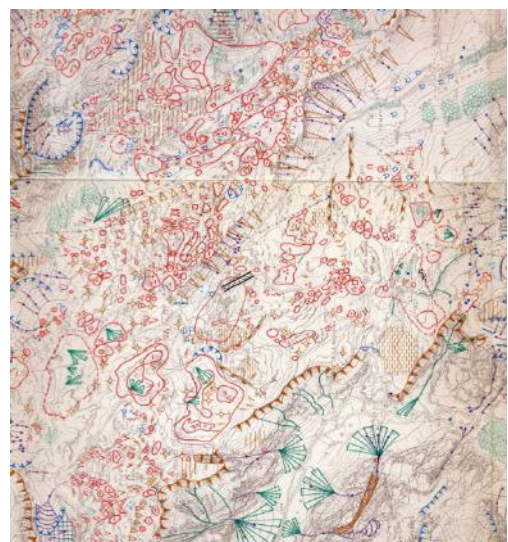
### LE CARTE TEMATICHE

→ riguardano specifici argomenti inerenti la geologia o la geologia applicata

Vi sono carte morfologiche ottenute con l'utilizzo del DTM (modello digitale del terreno)

*Esempio. Carta geomorfologica di un settore delle Dolomiti:*

In rosso le forme carsiche (campi di doline, inghiottitoi...), in marrone le forme strutturali (orli di scarpata, trincee di rilascio tensionale...), in verde le forme fluviali e le forme legate a processi di denudazione (conoidi, nicchie di frana...), in blu le forme glaciali (circhi glaciali, cordoni morenici...) e in viola le forme periglaciali (imbuti, canali e coni di valanga, rock glacier...).



Carta delle tipologie di interventi.

*Esempio. Opere di consolidamento di una parete.*

Carta Idrogeologica

*Esempio. Carta di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento.*



## RADON

GAS RADIOATIVO PRODOTTO DAL DECADIMENTO DELL'URANIO 238 IN PIOMBO 206, VIENE GENERATO DA DIVERSE ROCCE: LAVE, TUFI, PORFIDI, GRANITI

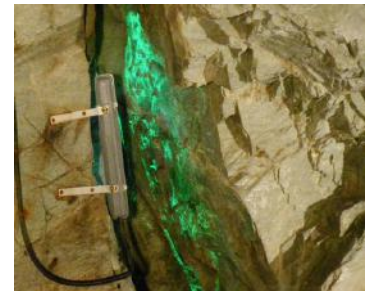
→ **PROBLEMA:** L'INALAZIONE DEL RADON PER LUNGHI PERIODI PUO' PROVOCARE IL TUMORE AI POLMONI) PASSANDO ATTRAVERSO LE FRATTURE DELLE ROCCE RAGGIUNGE GLI AMBIENTI CHIUSI (COME UN ABITAZIONE) ACCUMULANDOSI E RAGGIUNGENDO ALTE CONCENTRAZIONI.

*Esempio.* Serie di banche hanno ricercato il radon ma non hanno trovato nulla poiché si trova prevalentemente nelle zone alpine.

Come scoprire il radon: PASTIGLIE che permangono in ambienti per qualche mese. Successivamente analizzate dall'ASL. Oppure tramite l'utilizzo di lampade (wood).

*Esempio. Piemonte meridionale*

Galleria con concentrazione altissima di radon. Tramite delle apposite wood è stato possibile vedere i minerali radioattivi (patina verde).



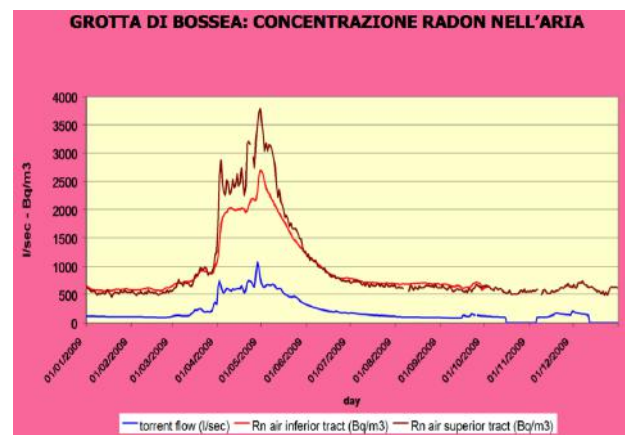
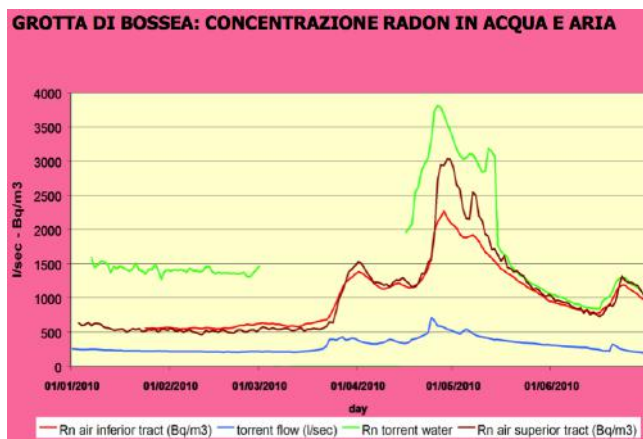
*Esempio. Grotta di Bossea*

Variazioni di concentrazione di radon. Analisi della portata d'acqua da cui è attraversata → stretta correlazione tra acqua e radon.

Quando aumenta la portata d'acqua → causa la fuoriuscita di radon spingendo sulle rocce. Un'altra parte di radon arriva direttamente dall'acqua.

**NB:** analisi sul radon ancora in fase sperimentale

**NB2:** può capitare che grosse perdite di radon causino terremoti, in seguito alle microfrazzature delle rocce.



## GAS ESPLOSIVI E VULCANICI

- **GAS ESPLOSIVI (METANO)** : SONO PRESENTI NELLE ROCCE SEDIMENTARIE (TERRIGENE) ANCHE A PROFONDITA' LIMITATE (sono spesso abbondanti nei sedimenti dell'Appennino).

→ **PROBLEMA:** POSSONO PROVOCARE ESPLOSIONI ANCHE MOLTO DANNOSE DURANTE LO SCAVO DI OPERE IN SOTTERRANEO

- **GAS VULCANICI (IDROGENO SOLFORATO, ANIDRIDE CARBONICA CO<sub>2</sub>, MONOSSIDO DI CARBONIO)** : SONO PRESENTI NELLE ZONE VULCANICHE ANCHE A PROFONDITA' LIMITATE

→ **PROBLEMA:** SONO GAS LETALI CHE SI POSSONO INCONTRARE DURANTE LO SCAVO DI OPERE IN SOTTERRANEO.



Acquiferi molto importanti sono presenti negli ammassi calcarei.

Le cavità carsiche possono avere dimensioni molto differenti tra loro ed in genere costituiscono importanti vie di drenaggio delle acque sotterranee.

LA REALIZZAZIONE DI GALLERIE IN AMMASSI ROCCIOSI CARBONATICI SPESSO INTERFERISCE CON LE ACQUE SOTTERRANEE PORTANDO GRAVI PROBLEMI DI DEPAUPERAMENTO SIA QUANTITATIVO CHE QUALITATIVO.

Gli antichi livelli idrici ora abbandonati dalla circolazione attiva costituiscono estesi ed ampi reticoli carsici. Vengono chiamati "gallerie fossili". Immagini della Grotta Impossibile, Carso Triestino.

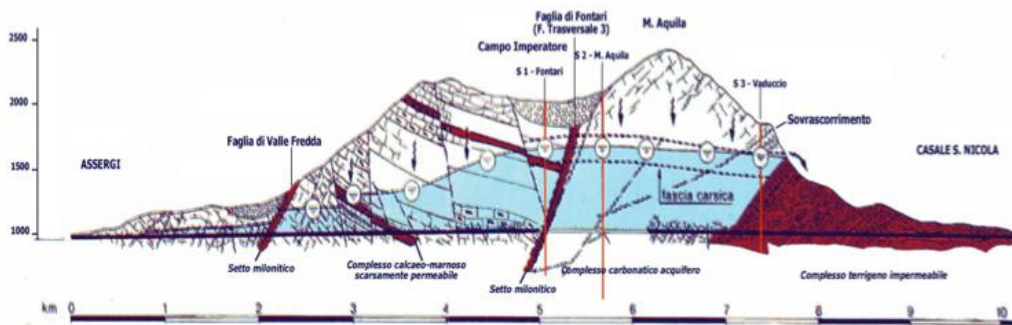
Durante la realizzazione di una galleria della "Grande Viabilità Triestina" viene intercettata la Grotta Impossibile. Notevoli sono i problemi di sicurezza e di stabilità dello scavo.

*Esempio. Traforo del Gran Sasso.*

IL TRAFORO DEL GRAN SASSO HA INTERCETTATO UN ESTESO ACQUIFERO IMPOSTATO IN ROCCE CARBONICHE PORTANDO UN NOTEVOLE DEPAUPERAMENTO DELLE RISORSE IDRICHE CAPTATE DA NUMEROSI ACQUEDOTTI

Costruzione di una galleria in superficie. In tutto l'ammasso vi erano molti paesini rimasti senza acqua dopo gli scavi. Con l'inizio dei lavori è stata trovata dell'acqua → l'hanno drenata e iniziata ad utilizzare per i lavori. Cosicché i paesi sono rimasti senza.

La ditta ha dovuto realizzare un acquedotto per rifornire gli abitanti, spendendo un sacco di soldi.



*Esempio. Cava Moncalvo d'Asti*

15 km di galleria (prevalentemente in gesso). Scavata per raggiungere un livello più basso.

- Febbraio 2005: lavori di scavo verso l'accesso al livello 2, quota 135 m s.l.
- 15 febbraio 2005 ore 18: viene intercettata una frattura con acqua in pressione

Nella notte 60.000 m<sup>3</sup> d'acqua invadono le gallerie inferiori. Notevoli ed improvvise venute idriche prendono il nome di «inrusch».

Il terreno sopra è crollato e il cantiere è stato chiuso ovviamente.

## SINKHOLE

→ buchi/fratture dovute a dei pesi sopra delle rocce solubili che tramite le infiltrazioni si frantumano. Sprofondamento rapido ed improvviso del piano campagna. Detto anche dolina di crollo o di sprofondamento.

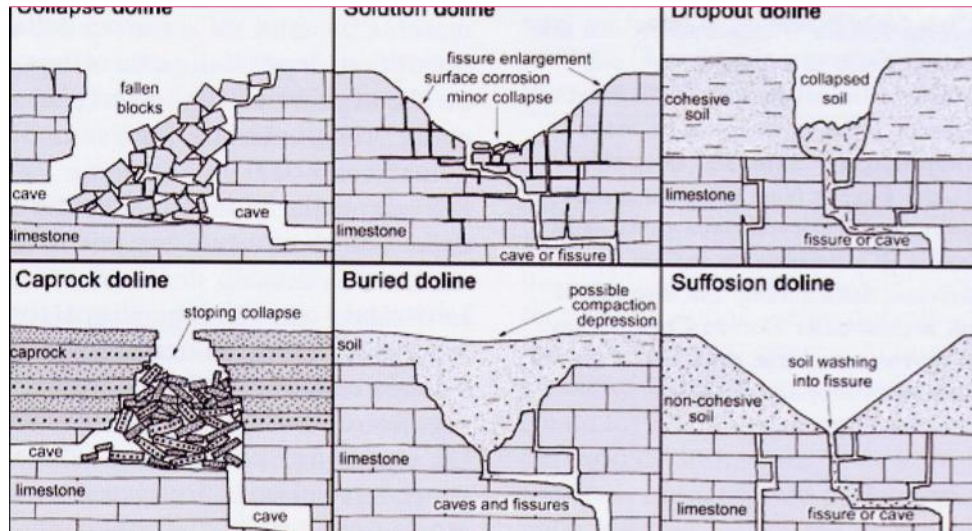
*Esempio.*

Inizio lavori di pompaggio in una galleria. Si rinviene la fresa sotto metri di detrito. Eliminati i detriti si scopre che lo scavo si era fermato a 50 cm da una cavità carsica con acqua in pressione.

La cavità prima dello sfondamento era totalmente colma d'acqua che raggiungeva i 3 bar di pressione.

REALIZZAZIONE DI OPERE INGEGNERISTICHE IN ZONE CON PRESENZA DI ROCCE SOLUBILI (calcarei, gessi, travertini, carniole, dolomie) → FORMAZIONI DI SINKHOLE

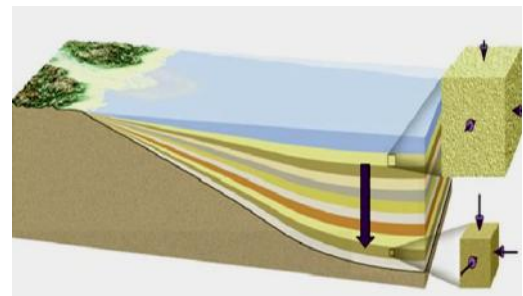
**Schemi relativa alla genesi dei sinkhole in ambienti carsici**



**NB:** i sinkhole possono anche essere generati da cause naturali.

**Subsidenza**

**Subsidenza naturale:** fenomeno naturale di lento abbassamento del suolo legato alla costipazione dei sedimenti. Il sedimento aveva un certo spessore che successivamente ha ceduto.



**Subsidenza indotta:** abbassamento del suolo legato alla estrazione di fluidi (acqua, idrocarburi) con diminuzione della pressione nelle discontinuità (fenomeno legato alla profondità degli strati ed al quantitativo dei fluidi estratti, in particolare nella fase di produzione di un campo pozzi)

*Esempio. Emilia Romagna*

Subsidenza (sia naturale che artificiale) controllata da una rete di monitoraggio.

**NB:** il progressivo abbassamento del suolo può essere evidenziato dalle diverse altezze dei tubi di drenaggio.

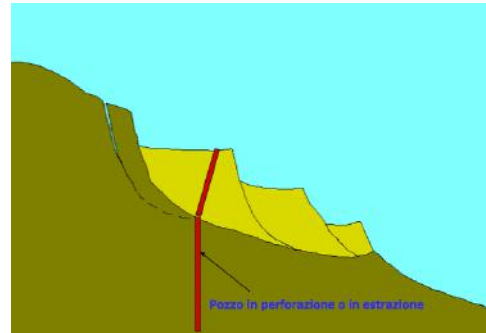
### *Esempio. Sicilia - Bronte.*

Caso studio: un pozzo per estrazione di gas ubicato in un settore soggetto a dissesti. Causa?

Problema: è il pozzo che ha causato il dissesto o è il dissesto che ha tranciato il pozzo?

L'AREA IN FRANA A VALLE DEL POZZO: le principali nicchie di scivolamento

→ indagato l'ENI (ente che ha commissionato le estrazioni).



Ricerca storica di immagini fotogrammetriche disponibili

In seguito ad una indagine storica svolta sul patrimonio fotogrammetrico disponibile presso gli enti territoriali e le aziende di fotogrammetria, sono stati individuati 3 voli fotogrammetrici (vedi in Tabella 1) sulla città di Bronte e sulle zone interessate dallo studio.

Le immagini analogiche sono state trasformate in formato digitale mediante scanner fotogrammetrico alla risoluzione di 1814 dpi a cui corrisponde un pixel di 14 mm. Il volo 3 invece è stato acquisito con camera digitale e non ha richiesto pertanto alcuna conversione.

Individuati una serie di punti di appoggio fuori della zona in frana che vengono ubicati con GPS. Per primo devono essere riportate alla medesima scala tutte le immagini.

→ programma **Global Mapper**: utilizzo dei DTM per la realizzazione di carte morfologiche. Realizzazione di una cartografia dal modello DTM con Global Mapper per l'individuazione delle aree esondabili.

## **FOTOCAMERA TERMICA**

La macchina scatta un'immagine tradizionale e una immagine termica. Le rocce presentano temperature molto diverse, generalmente influenzate dall'insolazione.

→ IL CONFRONTO IMMAGINE FOTOGRAFICA E RIPRESA TERMICA EVIDENZIA LA PRESENZA DI UNA SORGENTE IN SUBALVEO

*Esempio di applicazione.* Le acque sorgive sono molto più calde rispetto a quelle del fiume.

## **LIDAR TERRESTRE**

- Strumentazione varia per precisione (3 mm-5 cm) e portata (100 m – 6000 m)
- Precisione: in genere centimetrica
- Risoluzione: in funzione della distanza dall'oggetto (centimetrica)
- Acquisizioni multitemporali ma anche monitoraggio continuo
- Misurazione geometrica e radiometrica (con camera digitale integrata)

La tecnica laser scanning mette a disposizione uno strumento che, in modo autonomo acquisisce milioni di punti 3D (Nuvole di punti o point clouds). Posizione e colore.

## ELETTRICO

Campo civile: usato

## ELETTROMAGNETICI

Campo civile: poco usato

Gli altri nell'elenco sulle slide non vengono utilizzati dai civili.

## COSTI

- [...] Permette di avere un'indicazione di cosa vi sia nel sottosuolo fino a 50m circa (400€).

- Topografia elettrica: sezione. Ricostruisce la situazione dell'intera zona (fino a 40m medi di profondità, 600€).

Media dei prezzi: 100-150€ euro ogni metro di profondità.

## IN GENERALE

Prima è necessaria l'indagine geofisica e sulla base dei risultati ricavati da quest'ultima, segue l'analisi geognostica.

## GEOELETRICA

Non precisione particolarmente elevata (può portare errori di diversi metri).

Studia l'assetto stratigrafico oppure dati idrogeologici. È importantissimo conoscere l'assetto stratigrafico generale, altrimenti si rischia di confondere materiali diversi.

Usata prevalentemente in pianura, non in zone acclini.

### *Es. versante*

Zona ricca di argille che tendono a muoversi (piano di scivolamento = zona in movimento). Se iniziano a muoversi, si avrà una roccia ricca di micro frantumazioni. Dal punto di vista dell'acqua, se la zona si muove, sarà più ricca d'acqua, mentre la zona a valle presenterà meno acqua. Possibile pensare che si tratti di due materiali diversi.

### Regressione marina

*Es. superficie in vicinanza del mare.* Territorio sabbioso. L'acqua del mare è salata.

Se ho una falda idrica di acqua dolce (che arriva dalla superficie in vicinanza) questa tenderà ad andare verso il mare. Il passaggio dall'acqua dolce a quella salata è segnata da una linea fittissima.

D'estate quando ci sono più turisti, vi è una richiesta maggiore di acqua dolce. Allora questa viene pompata sempre di più e quella salina incomincia a riempire lo spazio occupato prima dalla dolce (Cuneo salino - passaggio tra la dolce e la salata). L'acqua salata inizierà a invadere la falda delle acque dolci se l'ho ad arrivare ai rubinetti.

## - SISMICA

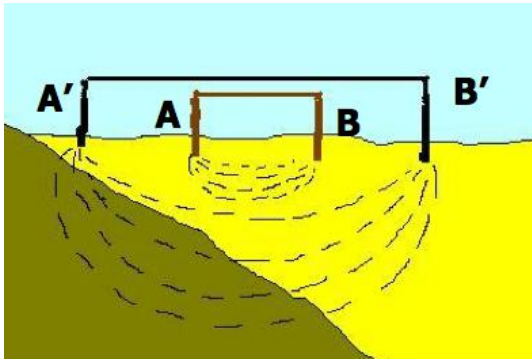
Utilizzato in zone montuose prevalentemente. Ma usate in generale in qualsiasi zona per scoprire le proprietà meccaniche delle rocce.

Molto precisa nel caso di rocce porose.

Roccia porosa = velocità inferiori. Difficile compiere errori.

Ci si aspetta delle velocità maggiori in profondità (profondità = rocce più vecchie = rocce più compatte = velocità maggiore).

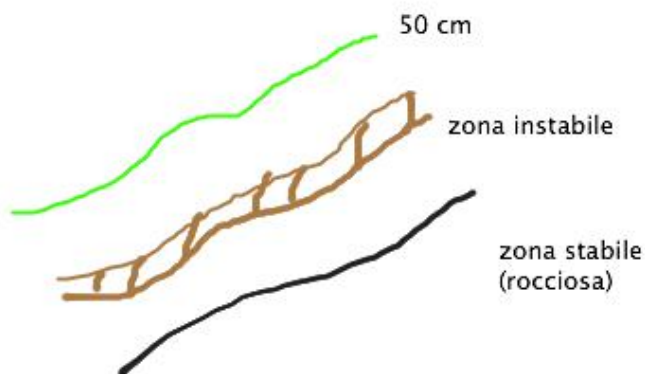
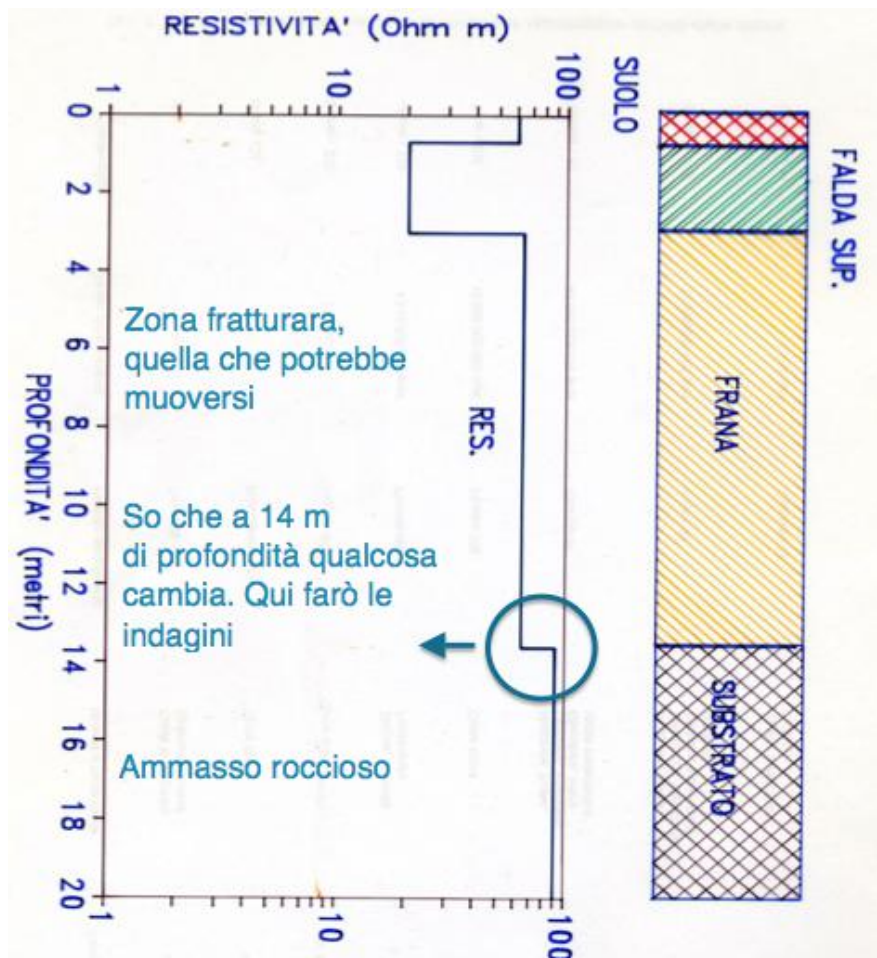




A, B = coppia di elettrodi

Otengo un determinato profilo.  
Potrei avere problemi a interpretare i dati, data l'interferenza con il basamento sottostante.

SEV (Sondaggio Elettrico Verticale)



Per le indagini geofisiche, la zona instabile e quella stabile forniscono gli stessi risultati. Non è detto che siano composte da rocce diverse. Potrebbero essere la stessa roccia, ma ciò che cambia i risultati delle indagini è la presenza o meno di acqua.

Si tratta di un metodo semplice. Rilevo delle righe che mi permettono di riconoscerne la struttura. Tramite queste indagini quindi, si ottengono dei profili. Dato che vengono usati dei riflettori, è un metodo molto costoso

## METODI SISMICI A RIFRAZIONE

- identificano struttura (sedimentario e tettoniche) profonde anche qualche centinaio di metri ed è usato nella prospezione idrogeologica e nell'ingegneria civile
- vale la legge della rifrazione studiata in fisica ottica (LEGGE DI SNELL)

$$\text{sen } i / \text{sen } r = V_1 / V_2$$

soltanto nel caso (frequentissimo):  $V_2 > V_1$

Da cui:

$$\begin{aligned} \text{sen } i_c &= V_1 / V_2 \\ \text{sen } r &= 1 \end{aligned}$$

$$r = 90^\circ$$

- in queste condizioni il raggio rifratto si propaga lungo una superficie di discontinuità suborizzontale (angola limite o angolo critico di incidenza  $i_c$ )
- il raggio rifratto viaggia lungo la discontinuità (con la velocità  $V_2$ ) e diviene sorgente di onde rifratte che si muovono verso l'altro nel mezzo a velocità minore ( $V_1$ )
- Nel caso l'angolo di incidenza superi l'angolo limite non si ha più raggio rifratto ma la riflessione totale

Fronte d'onda che si imbatte contro:

- lo stesso mezzo = non si vede nulla
- mezzo diverso =  $\alpha, \rho, \tau$

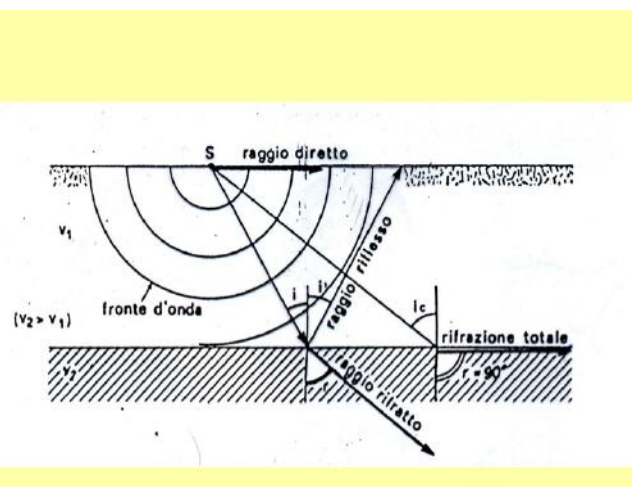
### Rifrazione totale →

segnali sismici che corrono lungo il piano che separa i diversi materiali

Sorgenti:

- massa battente (non alte profondità)
- vibratori (grossi pesi che generano vibrazioni, es treni)
- fucili particolari
- esplosivo

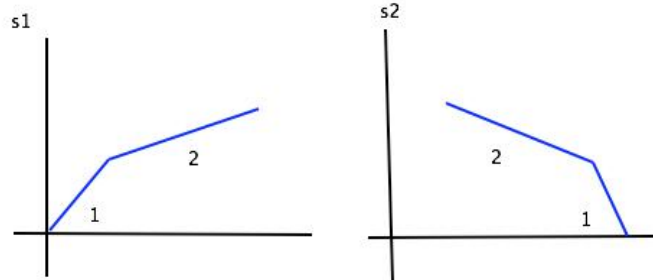
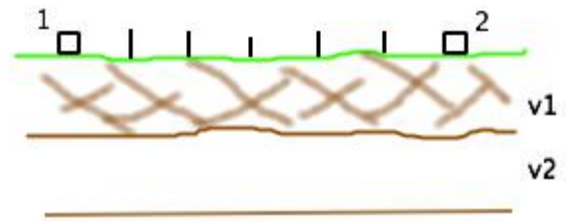
In campo ingegneristico questo metodo non è usato in profondità.



## DOPPIO TIRO

Utilizzo ad esempio due sorgenti e ottengo due profili

Dall'unione dei profili che ho ottenuto ne ricavo il sottosuolo.



Da questi due profil immagino la struttura del sottosuolo nel seguente modo →



## INDAGINI CON GEORADAR

Le indagini georadar utilizzano segnali elettromagnetici ad alta frequenza (20 MHz –3GHz) per ottenere una immagine del sottosuolo.

Le variazioni delle caratteristiche elettromagnetiche (conducibilità e costante dielettrica) provocano la riflessione del segnale elettromagnetico che torna verso la superficie dove viene registrato ed in seguito interpretato.

### VANTAGGI – SVANTAGGI

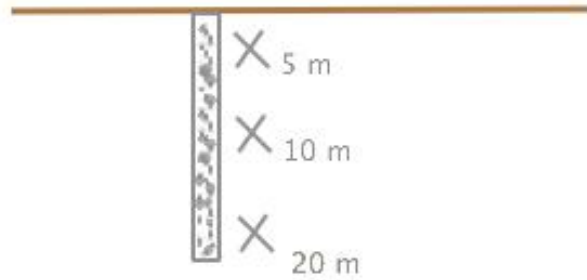
- Maneggevolezza della strumentazione e rapidità dell'indagine
- Arriva a risoluzioni molto elevate
- Profondità di indagine molto ridotta

**(2) esempio**

Suppongo che tramite un sondaggio ricostruisco che nel sottosuolo vi è solo argilla, ma esistono argille con caratteristiche tecniche molto differenti. Per conoscere quali sono le caratteristiche, effettuo delle PROVE IN SITU (relativamente semplici).

Parte di queste prove vengono eseguite dai sonatori (→ fidarsi poco). Altre prove (quelle più raffinate) le fa l'ingegnere.

→ L'ing decide dove fare le prove in situ + controllo di come viene eseguito.



**(3)** Si effettuano prove in laboratorio per materiali che hanno una certa rappresentatività.

es. Roccia. Non hanno senso le prove sulla sabbia. L'unica cosa che posso controllo è se è fine o grossa ma le prove non hanno senso.

→L'ing decide che campioni prendere e quanti.

*esempio.*

Villa con discoteca.

Sei mesi dopo la discoteca si è allagata.

Era salito il livello di falda.

è stata sbagliata la progettazione. Aveva notato che nel pozzo 1 vi era un certa altezza dell'acqua, nel pozzo 2 ve n'era un'altra → ha collegato la linea. Il livello d'acqua durante un temporale si è alzato.

*esempio. Milano - metro*

Allagata (→ dipò hanno ricostruito la superficie piezometrica)

Milano aveva molte industrie all'interno della città (livelli idrici bassi). Variavano i livelli idrici ma non raggiungevano mai il piano campagna.

Man mano le industrie si sono trasferite fuori città (migliaia di m<sup>3</sup> d'acqua al giorno pompate in meno) → i pozzi si sono chiusi. Il livello massimo è salito fino al metro.

Hanno realizzato tantissimi pozzi e continuano a pompare l'acqua per far rimanere basso il livello idrico.

Per la costruzione della metro di Torino si è andati a guardare i livelli idrici del 1700. Grazie alla conoscenza delle gallerie Pietromicca si è riusciti a risalire ai livelli idrici.

A Torino molte industrie usavano il secondo acquifero quindi con lo spostarsi delle industrie non si hanno avuto grossi problemi.

**TUBO DI CONTROLLO**

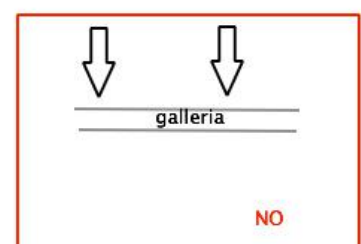
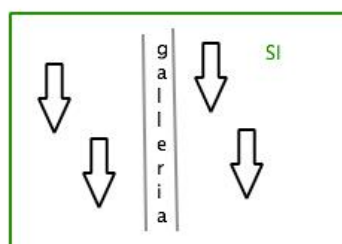
Dopo il sondaggio geognostico inserisco nel foro un tubo grazie cui misuro i livelli idrici. Controllo come si alzano i livelli idrici (ad esempio durante le piogge).

*esempio . Costruzione in prossimità di una falda*

IN questo caso cerco di permeabilizzare l'opera

→ costruisco uno sbarramenti

Ma questo causa una risalita del flusso





**COLONNA PROVVISORIA** = serie di tubi che sorreggono il foro appena fatto. Impediscono il crollo del foro ed evitano tutti gli attriti. Le aste di perforazioni se sono all'interno di una colonna non hanno attrito con nulla, se fossero direttamente a contatto col terreno circostante subirebbero tutti gli attriti.

**NB:** Dipende da dove si buca. A volte non serve la colonna provvisoria.

es. roccia lapidea → rimane in piedi il foro.

roccia lapidea fratturata → il foro crolla.

Vengono aggiunte colonne su colonne in cima alla prima colonna provvisoria (un po' come per le aste di perforazione).

### PROCEDIMENTO IN GENERALE

- Inserite le aste
- Mandato avanti il carotiere (es. 2 m)
- Quando questo è pieno viene mandata avanti la colonna
- tirato fuori il carotiere
- svuotato
- rimesse le aste
- rimesso carotiere

così via..

### PROBLEMA

La colonna ha attriti troppo forti. Di solito viene usata l'acqua di perforazione. Iniettando l'acqua di perforazione, questa risale tra le pareti del foro e la colonna, lubrificando è possibile mandare giù la colonna.

Dopo alcuni metri non è comunque possibili proseguire con la colonna → **CAMBIARE**

**DIAMETRO**. Per questo motivo se si sa, che nella perforazione, si avrà a che fare con rocce particolarmente coesive → si tende a iniziare con un **diametro più grosso**.

### Diametro

La misura del diametro è scelta dall'ingegnere. Varia in generale da **101 - 150 mm**.

Si parla di **DIMENSIONI FONDO FORO** = cioè in fondo al sondaggio il diametro è di tot. Se il sonatore parte con un diametro e poi si blocca → dovrà rifare il sondaggio.

La dimensione di fondo foro non indica la misura da cui si parte ma quella a cui si arriva.

**NB:** la misura del fondo foro presuppone una conoscenza del terreno. L'ingegnere ordina il sondaggio DOPO aver studiato le carte geologiche ecc..

es.

rocce lapidee → non particolari problemi

argille /limo → tendono a chiudersi

### TUBAZIONI ACQUE O FANGHI

#### Acqua

In genere è l'ingegnere (con il sonatore) dove prendere l'acqua. Spesso si preleva da corsi d'acqua, ma in assenza di questi si devono preparare dei grossi vasconi da dove prelevare l'acqua. ACQUA POTABILE (non devo inquinare il campione).

Funzioni dell'acqua:

- raffreddare tutto il sistema di perforazione
- portare in superficie una parte di detrito
- mandare giù la colonna / lubrifica

### Operazioni finali

Una volta che il sondatore ha finito di riempire il carotiere si portano su tutte le aste (con un cavo d'acciaio).

Due Ganasce = usate per il recupero delle aste. Recuperata la prima, si blocca una ganascia che ferma l'asta sotto, l'altra blocca l'asta sopra e si svita. Lo svitamento a mano a volte è difficile.

Recuperate le aste, la carota deve essere estratta.

Si collega un tubo dell'acqua in cima al carotiere, la pressione dell'acqua spinge il carotiere.

Altrimenti inclinando il tubo, si danno dei colpi col martello e la carota esce fuori.

### Materiale estratto

Posto temporaneamente nel porta carotiere, successivamente nelle cassette portacampioni.

La cassetta è in legno o plastica (35 €). Può contenere carote lunghe 4/5 m.

Tenute in un locale riparato almeno per un anno: le carote sono la documentazione del sondaggio o può essere necessario consultarle successivamente.

Il sondatore è obbligato a fornire anche la documentazione fotografica. Quando finisce di riempire una cassetta deve fare una foto.

Sulla cassetta vi sono delle informazioni:

- numero del sondaggio
- committente
- numero della cassetta
- profondità dei sondaggi (m di riferimento)

Quando il campione viene estratto, presenta in superficie una crosta (pellicola di fango). Si forma maggiormente col carotiere semplice. Prima di analizzare i campioni devo togliere quella pellicola.



Roccia compatta.  
Si è frattura nell'estrazione  
dalla carota



Roccia ben  
stratificata



Roccia fratturata

### **Prova del livello acquifero.**

Prove effettuate la mattina e la sera. In questi due momenti si capisce se la roccia è o meno impermeabile. Se lo è, il livello dell'acqua è uguale tra la mattina e la sera.

### **PROVE SUI CAMPIONI ESTRATTI.**

In generale si distinguono due tipi di prove effettuate con:

- scissometro
- pocket penetrometro

Quando la carota viene estratta, es di argille, esegue le prove. Tante vicine tra loro. In questo modo si capisce se il campione è uniforme o meno.

Le prove si effettuano su campioni appena estratti con il doppio carotiere, quindi poco disturbati.

**NB:** OPERAZIONI DA FARE APPENA IL CAMPIONE VIENE ESTRATTO. Altrimenti a causa del sole, pioggia ecc... le caratteristiche tecniche possono cambiare.

**NB2:** non si fanno su ghiaie queste operazioni ma su argille o limi.

#### **• SCISSOMETRO**

Tubo di acciaio al cui fondo vi sono delle alette, poste ortogonalmente tra loro.

Effettuate tante prove vicine per capire l'omogeneità.

Dopo aver tolto la crosta dal campione, si inserisce lo scissometro all'interno e si imprime un movimento rotatorio. Applicato un movimento torcente, molto lento. Aumento sempre di più lo sforzo fino a che il campione si rompe e lo strumento inizia a girare. Viene misurato lo sforzo applicato sull'oggetto grazie ad un manometro.. Prima o poi si rompe il campione e solo adesso leggo lo sforzo.

#### **• PENETROMETRO (Pocket penetrometro)**

Tubo di metallo con punta.

Utilizzo: si applica col penetrometro una pressione sul campione fino a quando lo si infissa al suo interno. Si registra così la forza applicata per infissare l'oggetto nel campione.

Anche qui vengono effettuate tante misurazioni vicine. No valori troppo rappresentativi

Quasi sempre ho bisogno di DATI PRECISI sui materiali quindi necessito di **CAMPIONI INDISTURBATI** prelevati grazie al DOPPIO CAROTIERE (FUSTELLA).

Tubo in acciaio, lungo 10 cm. Questo viene riempito durante l'uso del carotiere, successivamente il tubo in acciaio viene estratto. Una volta tirato su il tubo, questo viene sigillato con un particolare silicone e si attacca un adesivo con su scritte le indicazioni di riferimento. mandato poi in laboratorio. Le prove possono anche essere fatte dopo un lungo periodo (mesi) poiché il campione è sigillato e non subisce modifiche.

Esistono fustelle di diversi tipi.

Costo prelievo fustella = 65€

es1. doppio carotiere, utilizza l'acqua in pressione per mandare avanti la fustella. Il doppio carotiere si blocca ad una certa profondità mentre la fustella continua ad andare avanti e preleva il campione.

## PROVA PRESSIOMETRICA

Prova che verifica le caratteristiche geologiche -tecniche dell'ammasso roccioso.

Dopo che il sondatore ha realizzato il foro

- protetto dalla tubazione provvisoria)
- generalmente piccolo, date le dimensioni del pressiometro viene introdotto il pressiometro.

Il pressiometro è contenitore gonfiabile collegato con un cavo esterno ad una struttura.

Il sondatore toglie il carotiere e collega il pressiometro

L'ingegnere decide quanto gonfiare il pallone.

Se il terreno ha una buona resistenza, non si rompe il pallone. Ma prima o poi, man mano che la pressione aumenta, si arriverà alla deformazione dato l'aumento di volume.

Il sondatore in superficie controlla una bombola d'aria compressa. Lui aumenta la pressione di volta in volta e sui manometri legge quanta ne viene applicata.

Il pressiometro è collegato tramite un altro tubicino ad un sistema che misura la deformazione. Questo sistema è costituito da acqua distillata.

**Bombola d'aria compressa.** Controlla la pressione (leggibile sui manometri). Il manometro è collegato ad un sistema che controlla le variazioni di volume.

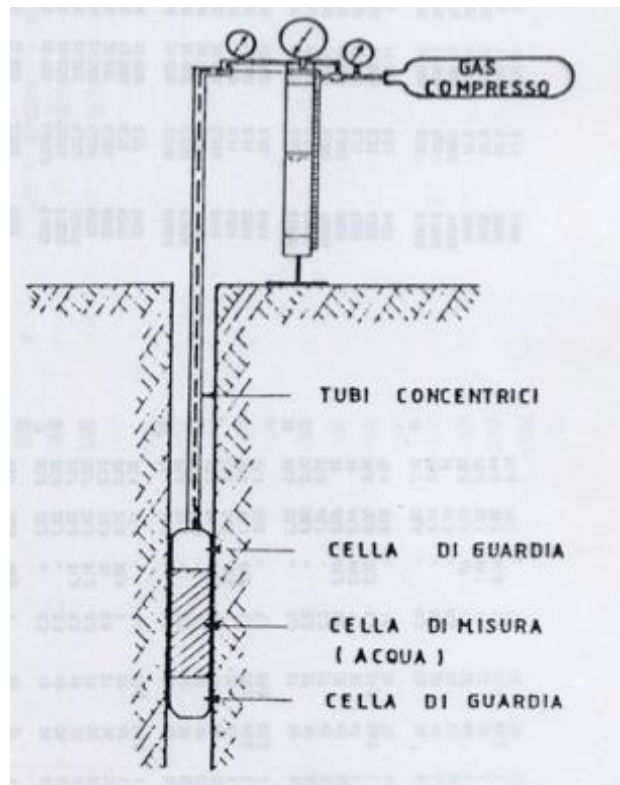
**Celle di guardia (2) :** sono due (agli estremi) e contrastano la deformazione.

**Cella di misura (1) :** all'interno vi è dell'acqua distillata. Se il volume aumenta → il livello d'acqua si abbassa.

La prova pressiometrica consente, tramite una sonda cilindrica inserita in foro di sondaggio ad espansione controllata, di stimare la resistenza alla deformazione orizzontale delle pareti del foro e quindi del terreno.

La prova viene eseguita per gradini di pressione crescente.

Il controllo delle pressioni avviene mediante manometri di precisione regolati attraverso apposita rubinetteria di comando.



L'entità della deformazione del terreno, per espansione radiale a seguito dell'applicazione del carico di pressione, viene misurata in superficie attraverso la variazione del livello della colonna d'acqua presente all'interno del circuito di misura della cella centrale visibile entro un cilindro graduato in cc. ubicato nell'unità di comando.

Per garantire la linearità della deformazione (che si ricorda avviene per espansione radiale di una cavità cilindrica) ed ovviare ai fenomeni di inerzia in prossimità degli estremi della guaina elastica del corpo sonda, viene applicata una pressione alle celle posizionate lateralmente alla cella di misura, proporzionale alla pressione di prova al momento.

La prova viene interrotta al raggiungimento del valore di volume limite (735 cmc) o per rottura della guaina, nel tratto a deformazione elastica.



Prova di permeabilità a carico costante: misuro nel tempo → la portata (in sedimenti con permeabilità elevata)

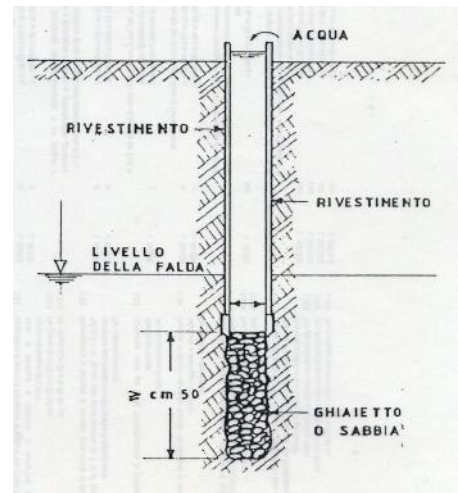
**SIFONAMENTO**

Il buco non viene costruito bene → si ha una fuoriuscita d'acqua di lato (o da altre parti).

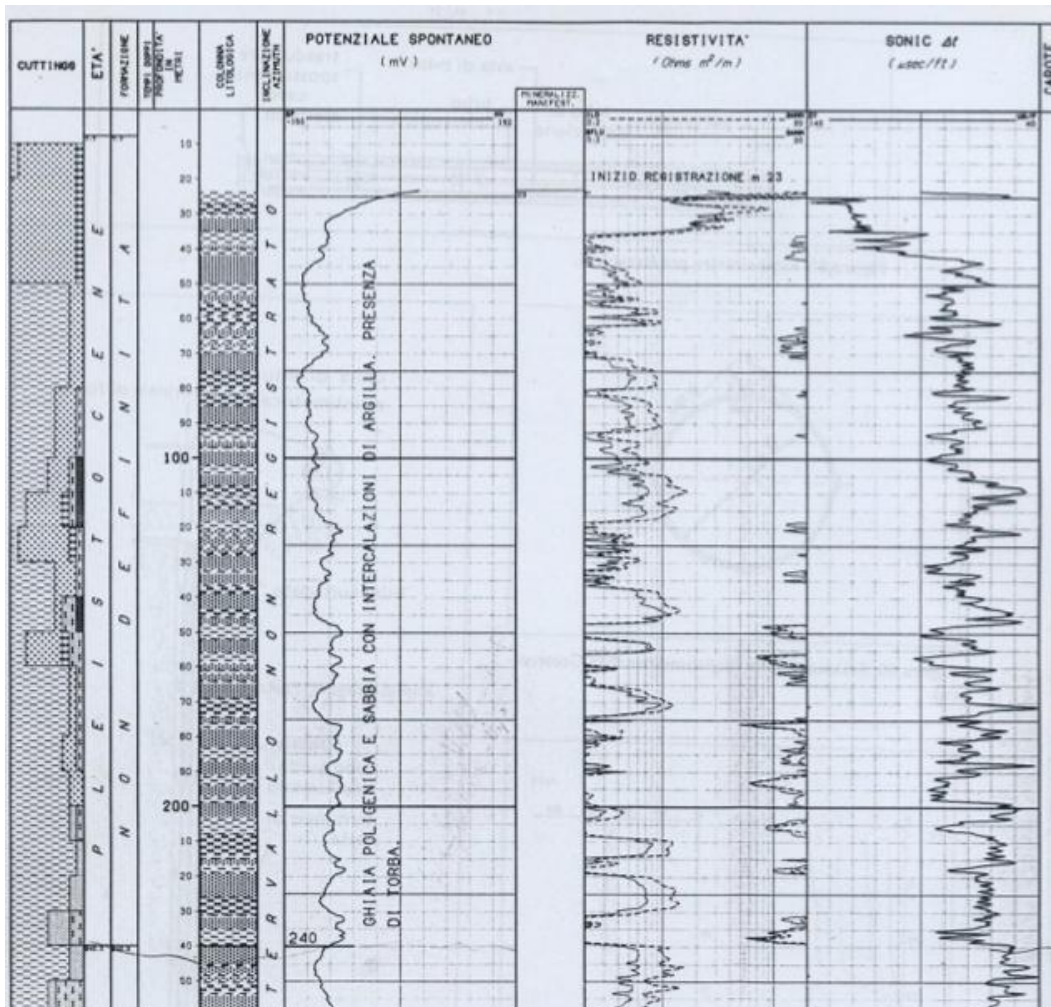
Il livello scende ma non perché la roccia è permeabile → sifonamento

Osservazione:

- roccia pulita ~ roccia permeabile
- roccia/ghiaia sporca ~ roccia poco permeabile



**GEOFISICA IN FORO (prove effettuate in profondità)**



Solite prove (geoelettrica, sismica, resistività).

**NB:** questa prova ha più valore se il foro viene riempito di bentonite.

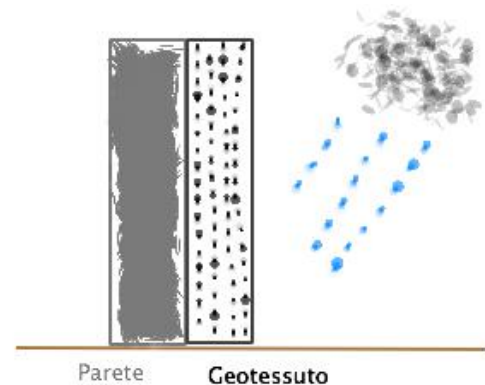
## Tipologie di tubi piezometrici



I tubi piezometrici possono anche con geotessuto. A destra, particolare tubo filtro: questo trattiene il materiale fine e invece fa passare l'acqua.

→ Altro utilizzo geotessuto. Protegge muri

La dimensioni dei tubi varia in funzione:  
-misura livello idrico → dimensioni grandi  
-campionamenti ambientali → fori piccoli



Il pisello del Ticino e la bentonite sono due materiali la cui funzione è quella di impedire il passaggio dell'acqua da fuori a dentro in modo da non inquinare le indagini.

### Pisello del Ticino



Ghiaietto calibrato non solubile.  
Dimensioni = 0,5 /1 cm.  
Impedisce all'acqua che entra nel piezometro di intasare.

### Bentonite



Le "palline" di bentonite servono per isolare tratti di piezometro.

Con l'umidità queste palline si gonfiano.

Si tratta più che altro l'argilla bentonitica, la quale forma un tappo impermeabile.