



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO: 1082

DATA: 09/09/2014

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

STUDENTE: Vicari

MATERIA: Geologia, Sicurezza e Protezione Civile

Prof. Vigna - Patrucco

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/SICUREZZA E PROTEZIONE CIVILE

Prof. Bartolomeo Vigna – Mario Patrucco

---

**A)TECNICA DELLE LISTE DI CONTROLLO (CHECKLIST ANALISYS):** lista da spuntare. Per migliorare l'efficacia il securista, dopo aver compilato la lista, può affidare la spunta della lista ad un altro professionista. Se bisogna verificare il rispetto di una norma: cambiare la norma in domanda. Tuttavia la checklist non permette di effettuare ulteriori controlli.

**B)WHAT IF:** innanzitutto, si analizza l'organizzazione dell'attività. In seguito, ci si pone delle domande e si ipotizzano conseguenze credibili. Es: “cosa succede se un cavo è staccato? Cosa succede se la spina non è ben attaccata?”.

**C)JOB SAFETY ANALYSIS:** innanzitutto, verifica struttura e coerenza nel suo uso. La job safety analysis consiste poi nel suddividere l'attività considerata in una successione (step) di operazioni elementari, analizzando la sicurezza delle singole operazioni. 1)analisi tempi e operazioni; 2)identificazione fattori pericolo; 3)raffronto con standard; 4)identificazione soluzione. Tuttavia, la job safety analysis non è applicabile alle macchine: per essere si deve procedere alla verifica RES e alla coerenza d'uso della macchina. Alla fine della job safety, e sistemati i problemi di sicurezza, si giunge a PR=1.

## **2)CALCOLO DEL RISCHIO ASSOCIATO A UN FATTORE DI PERICOLO (E SUCCESSIVO ORDINAMENTO GERARCHICO):** schedatura e quantificazione fattori (materiali, processi...).

**R=M\*P:** rischio=magnitudo del danno\*probabilità. Tale formula è applicabile nel caso in cui tutto il campione preso in esame sia soggetto ai fattori di pericolo (es: popolazione che vive vicino a una centrale nucleare → FC=100%). Il rischio non è un aggettivo ma un numero!!!!!!

Nel caso di valutazione del rischio di attività lavorative, non tutti i lavoratori hanno esposizione 100 % di conseguenza  $M=ED*FC$ .  $R=ED*FC*P$

→ ED: entità danno. Si misura in LD (lost days=giorni lavorativi persi). 1 vita lavorativa=7500 g; lesioni o malattie professionali espresse come % di 7500. Es: invalidità del 20% = 1500LD.

→ FC: fattore di contatto. % sul turno lavorativo (8h). Es: muratore FC=7/8; ingegnere FC=1/8. Non si deve trascurare FC nel calcolo di R in quanto si falserebbe la gerarchia dei fattori di pericolo

→ P: probabilità (analisi dati storici), frequenza attesa di accadimento (quando la base dati non è abbastanza ampia, si possono considerare valori attesi). Analisi dati storici o su componenti di un sistema. Si deve porre attenzione affinché il campione in esame sia rappresentativo e i dati siano analizzati tempestivamente. Per una situazione di sicurezza già a norma, si può utilizzare il LIVELLO ATTESO DI ACCADIMENTO (PR)=frequenza attesa di accadimento/minima frequenza attesa(dalla norma). Se  $\leq 1$  OK, altrimenti situazione non a norma.

Esempio: ED=10% invalidità=750 LD. FC=10%. PR=1 (situazione a norma). → R=75 (per ogni lavoratore). Se considero 20 lavoratori, R=1500.

Occorre inoltre prestare attenzione alla **FALSA SICUREZZA**.

Se si trascura il fattore di contatto (FC)(ma è sbagliato perché si falsa la gerarchia dei rischi), si possono creare delle **MATRICI DI RISCHIO**: in ascissa si ha entità danno, in ordinata si ha la frequenza attesa di accadimento. Nella tabella centrale, in ogni cella si ha il rischio (prodotto di ED e P). La compilazione della matrice può essere fatta in due modi: ANALISI QUALITATIVE (analisi su dati o basate su esperienza securista. Ma sono poco affidabili); ANALISI QUANTITATIVE (base dati+frequenza attesa di accadimento)

→ CODICE PENALE: 589/590: è penale la mancata sicurezza *art 437: è penale la rimozione o la mancanza di dispositivi di sicurezza.*

→ STATUTO DEI LAVORATORI: i lavoratori hanno diritto e dovere di essere coinvolti nell'organizzazione della sicurezza.

→ 1950: vennero emanate norme di tipo prescrittivo: lista di controlli (check list) da fare per individuare se è rispettata la sicurezza. MA problemi: non si fanno altri controlli; emanate sotto forma di DPR-> per modificarle è necessario almeno un decreto.

→ 1957: norme CE (comunità europea) → Trattato di Roma e problema della libera circolazione. Le norme europee, a differenza delle norme prescrittive, si basano sul processo di gestione e valutazione del rischio (→ identificazione fattori di pericolo).

→ Norme CEE. 1985: SINGLE EUROPEAN ACT: direttiva economica per utilizzatori di macchine (=dispositivi con almeno una componente che si muove non azionata a mano).

→ 89/392:RES (requisiti essenziali di sicurezza) per le **MACCHINE**. Le macchine devono rispettare i seguenti criteri: RES (→ marcatura CE); norme C (linee guida per costruzione dei vari tipi di macchina. Le norme C devono essere seguite oppure bisogna seguire sicurezza maggiore). Una macchina marcata CE deve essere accompagnata dai seguenti documenti: fascicolo tecnico (documento che custodisce il fabbricante in quanto contiene brevetti...); manuale di montaggio e installazione; usi impropri prevedibili; istruzioni di prima messa in esercizio; alienazione. È compito del datore di lavoro verificare l'effettivo funzionamento e sicurezza di una macchina (a livello macroscopico).

→ 89/391: RMS (requisiti minimi di sicurezza) per la manodopera.

Direttiva figlia 92/57: direttiva sui cantieri mobili.

→ Oggi: 81/08: TESTO UNICO DI SICUREZZA

→ 17/10: DIRETTIVE ECONOMICHE SU SICUREZZA DELLE MACCHINE

---

## EFFETTI MANCATA PREVENZIONE

### STUDIO E CLASSIFICAZIONE DELLE DEVIAZIONI

**Cause deviazioni:** problemi strutturali del luogo di lavoro; macchine; inquinanti; psicologia del lavoro e paure personali; interferenze degli spazi funzionali.

**INQUINANTI:** sostanza che altera le condizioni del luogo di lavoro. 3 tipologie: chimici; fisici (*rumore*); biologici (*virus, batteri*). **Valore limite di soglia:** valore al di sotto del quale il pericolo si abbassa drasticamente. **Concentrazione minima raggiungibile:** concentrazione raggiungibile e misurabile dalle tecnologie. **Indice esposizione** (pollution ratio)=misura concentrazione inquinante/valore di soglia nella data di misurazione. (deve essere  $\leq 1$ ).

# RIASSUNTI GEOLOGIA

Prof. Bartolomeo Vigna

---

## 1. INTERNO TERRA

---

Densità media rocce: 2-3 Kg/dm<sup>3</sup>. Strato superficiale: litosfera.

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

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

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

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

## 2. TERREMOTI

---

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

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

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

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

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

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

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

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

## 3. Età DELLE ROCCE

---

Dal basso verso l'alto -> strati con età decrescente.

# GIACITURE E CONTATTI DELLE ROCCE

---

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

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

## STRATI INCLINATI:

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

## TIPI DI CONTATTO:

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

# CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE

---

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

ROCCE:

**CLASSIFICAZIONE ROCCE**: LAPIDEE (elementi tenacemente uniti tra loro; portanza elevata); INCOERENTI (elementi liberi e indipendenti tra loro (ghiaie, sabbie)); SEMICOERENTI (caratteristiche intermedie; es: tufi, marne, arenarie poco cementate); PSEUDOCOERENTI (comportamento variabile. Es: argille, limi).

1) **MAGMATICHE**: plutoniche e vulcaniche.

- a) Le **plutoniche** (magmatiche intrusive) si formano in profondità -> formazione cristalli (principalmente quarzi). Es: granito. Caratteristiche geologico-tecniche molto buone: bassa porosità e permeabilità; densità circa 2,7 t/m<sup>3</sup>.
- b) Le **vulcaniche** (magmatiche effusive) si formano in superficie -> non si ha la formazione dei cristalli in quanto il raffreddamento avviene velocemente.

## I VULCANI

---

in caso di piena essi si comportano come una diga e possono poi provocare onde anomale -> in corrispondenza dell'alveo costruire tutto il ponte con pilastri. Sui terrazzi di un corso d'acqua non costruire (i terrazzi sono suddivisi in fasce). NB: è vietato cavare inerti dagli alvei del fiume -> ma tolto un problema se ne aggiunge un altro, in quanto il letto del fiume si riempie eccessivamente di sabbia. **AMBIENTI LACUSTRI:** ambiente palustre in cui è frequente la torba (argilla organica). **AMBIENTI MARINO-MARGINALI:** delta; presenza di sabbie e siltiti; sistema costiero (laguna; dune; spiaggia emersa; battigia; spiaggia sommersa; piattaforma continentale). In ingegneria spesso si costruiscono i moli per far accumulare naturalmente materiale sabbioso e far riformare la spiaggia che altrimenti è erosa. **DEPOSITI MARINI PROFONDI:** scarpata continentale formata da depositi argillosi; calanchi (argille *marnose*) soggetti a elevata erosione; **FLYSH:** depositi con alternanza argilla/arenaria; si originano nei canion a causa di frane + deposito.

**TIPICHE ROCCE SEDIMENTARIE:** arenaria (abbastanza lapidea); ghiaia; conglomerato; breccia; arenaria calcarea.

b) **ROCCE SEDIMENTARIE CARBONATICHE:** sono rocce solubili (frequente è il fenomeno del carsismo): CALCARI e DOLOMIE; travertini (utilizzato soprattutto per rivestimenti esterni). In ambiente marino formazione delle piattaforme carbonatiche. *Carsismo:* affioramenti di calcare. 2 tipi di calcare: puro e arenaceo. DOLOMIE: calcare con un certo contenuto di magnesio. DOLOMITE è roccia dura ma fragile tendente a microfratturazioni (per tale motivo sono utilizzate per la produzione di inerti).

c) **ROCCE SEDIMENTARIE EVAPORITICHE:** composte da gesso, anidrite, salgemma (ottenuto per evaporazione o dalle cave. Ha permeabilità nulla -> ideale per discariche in sotterraneo). L'anidrite tende a rigonfiare a contatto con l'acqua -> problemi ing.

3) **ROCCE METAMORFICHE:** fenomeni di diagenesi (compattazione) -> pressioni e temperature elevate. QUARZITE: aspetto massiccio (roccia più dura esistente). SCISTO (micascisti e calcescisti): contiene piani di debolezza che possono generare scivolamento. MARMO: utilizzato per pavimentazioni interne. GNEISS: durezza molto elevata~ granito.

| Roccia originaria | Roccia metamorfica |                   |
|-------------------|--------------------|-------------------|
|                   | Metamorfismo basso | Metamorfismo alto |
| Granito           | Ortogneiss         | Gneiss (luserna)  |
| Calcare           | Marmo              |                   |
| Marne             | Calcescisti        | Marmo             |
| Pelite            |                    | Micascisti        |

## I SUOLI

Importanza: stabilità versanti; portanza terreni; acquiferi e agricoltura. Opere ingegneristiche in genere poggiate su roccia affiorante (a causa delle cattive caratteristiche del suolo). **ROCCIA SUB AFFIORANTE:** suolo assente o molto ridotto. **Genesis:** a partire da rocce alterate: processi di idrolisi, dilatazioni termiche e gelificazione; decomposizione delle sostanze organiche.

Suddivisione terreno: orizzonte A (presenza di organismi) e B: suolo; orizzonte C=orizzonte di transizione; substrato roccioso. **SUOLO:** ELUVIO (generatosi sul posto); COLLUVIO (trasportato). Suolo residuale= legato

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

## 4.INDAGINI GEOFISICHE

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

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

- Quelli esterni sono gli elettrodi di corrente -> si regola la corrente I
- Quelli interni (M e N) → elettrodi di misura del deltaV con voltmetro.
- La ddp viene convertita con la legge di Ohm nel valore di resistività del terreno.  $R=ddp/I$   
Argilla: resistività bassa xk contiene H<sub>2</sub>O; rocce lapidee:  $R \uparrow$ .
- **Profondità =  $AB/4$**

**SISMICA:** 2 metodi: a riflessione e a rifrazione. Ma la sismica non va bene in presenza di H<sub>2</sub>O

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

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Rocce compatte/con alto contenuto d'acqua</b> | Alta velocità di propagazione  |
| <b>Rocce fratturate</b>                          | Bassa velocità di propagazione |

**GEORADAR:** vengono inviate nel sottosuolo onde elettromagnetiche che vengono riflesse → misurando il tempo in cui esse ritornano in superficie si ricostruisce il substrato. Molto utili per indagini archeologiche e per ricerca ordigni inesplosi.

## 5.SONDAGGI GEOGNOSTICI

Dati puntuali per ricostruzione assetto stratigrafico; prove in situ; raccolta campioni; installazione strumenti di controllo. Pista accesso al cantiere: chiedere al proprietario → macchinario cingolato o a gomme raggiunge la zona di perforazione. Solitamente sondaggi verticali ma se ne possono fare anche inclinati.

**MACCHINA DI PERFORAZIONE:** *slitta; tubazione acqua e fanghi* (per lubrificare, raffreddare, far andare giù la colonna); *tavola rotaria; colonna provvisoria* (per sorreggere i fori); *aste di perforazione* (in cima hanno una testa fresatrice, eventualmente in diamante (che costa di più)); *carotiere* →  $\Phi$  100-160 mm (quando il carotiere è pieno devo tirare su tutte le aste). Al sondatore chiedere una **DIMENSIONE A FONDO FORO**. Al posto delle colonne si possono usare **FANGHI BENTONITICI**: miscela acqua-argilla. Ma disturba le indagini geotecniche → fare perforazione a secco. Dietro alla corona vi è un **CESTELLO** che si chiude in fase di estrazione.

Il carotiere può essere semplice (→campione disturbato); doppio (→campione poco disturbato. Il carotiere interno contiene solamente il campione); **SONDAGGIO ORIENTATO** (→campione non disturbato. Eseguito per vedere orientamento strati rocciosi). Inoltre, sopra la carota si forma una crosta che, per le prove

**PIEZOMETRO DI CASAGRANDE:** usato per misurare le pressioni interstiziali nei sedimenti fini: filtro collegato a tubicini che indicano la pressione dell'acqua.

- **TUBO INCLINOMETRICO:** per monitorare la stabilità di versanti. Scavo un foro le cui pareti sono cementate; inserisco il tubo (in alluminio!), al cui interno è posta la sonda inclinometrica (costo 10000 \$). Il tubo è dotato di guide. Molte volte il foro che scavo è molto storto -> c'è la possibilità che immergendo la sonda questa rimanga incastrata senza possibilità di recuperarla -> prima di usarla, uso il *testimone*. Poi mando giù l'inclinometro e dal basso, ogni 0,5-1 m misuro l'inclinazione. In automatico lo strumento rileva anche la misura a 90°. La misura 0 serve da taratura e confronto poi le altre misure con essa (circa 4 misure/anno. Ma nel caso di monitoraggio di frana rilevo continuamente dati che possono far scattare sirena). L'inclinometro potrebbe anche segnarmi deformazione=0 ma il terreno si può spostare se la discontinuità è profonda -> prima dell'inclinometro fare la geofisica! spesso si fanno inclinometro e piezometro vicini -> farli a 3 m uno dall'altro e fare prima l'inclinometro (problema cemento).

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

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

## SCAVO DI POZZI E 6.PERFORAZIONI

Ditte sondaggi diverse da ditte pozzi! Faccio fori di  $\Phi=60$  cm.

1) **PERFORAZIONE A PERCUSSIONE:** la *cucchiaia* cade e intrappola le rocce sciolte. Poi dispongo i tubi che saldo tra di loro. Posso arrivare a profondità di 150 m. Vantaggio: posso raccogliere dati su rocce e su falda.

2) **PERFORAZIONE A ROTAZIONE:** tricono che scava. 2 tipologie:

a) **CIRCOLAZIONE A FANGHI DIRETTI:** con una pompa mando giù acqua in pressione -> fa venir su il materiale scavato che finisce in una pozza da cui recupero l'acqua. Svantaggi: no dati stratigrafici; no livelli H<sub>2</sub>O. a volte si può anche posizionare sulle pareti il fango bentonitico, che da però problemi in fase di estrazione H<sub>2</sub>O.

b) **CIRCOLAZIONE FANGHI INVERSA:** introduco acqua tra le pareti del foro e il tubo e poi aspiro l'acqua. È la pressione dell'acqua a non far crollare il foro -> circolazione deve essere continua!

3) **ROTOPERCUSSIONE:** (il migliore). Con tecnica martello fondo foro: rotazione + percussione + aria porta in superficie i detriti. Vantaggi: scendere a qualunque profondità; attraverso qualunque roccia, anche lapidea; costa meno. Svantaggi:  $\Phi_{max}=300$  mm. Se incontro acqua viene su il getto in pressione.

**COMPLETAMENTO DEL POZZO:** condizionamento finale: sotto tubo filtro, il resto tubo ceco; sotto materiale drenante; sopra bentonite (per impermeabilizzare) e cemento. Distanza 5 cm ai lati del tubo. Tipi di filtri: variano a seconda della roccia: filtro Johnson per sabbie, filtro a ponte e a fessure. Poi installo le pompe e faccio *l'espurgo del pozzo*: si aspira al max (x70 h) per richiamare l'acqua contenente sedimenti fini. NB: quando ho problemi al pozzo: tirare su i tubi e utilizzare telecamera.

# Permeabilità delle rocce e tipologia di acquiferi

---

Dalla carta geologica: vedo permeabilità rocce:

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

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

**Sistema carsico**: area di alimentazione (infiltrazione diffusa dalle fratturazioni); zona non satura (epicarso: elevata fratturazione che consente l'infiltrazione dell'acqua; zona di scorrimento); zona satura (saturazione dei condotti e discontinuità); gallerie a saturazione temporanea; sorgenti (area di emergenza in cui sfociano le gallerie).

**SPARTIACQUE**: -superficiale (linea di cresta); -sotterraneo

## Misure livelli idrici e moto degli acquiferi

---

Faccio misure in: *pozzi, piezometri, fiumi, laghi di falda* con: sonda piezometrica, Gps (devo misurare la quota altimetrica dove faccio la misura; poi misuro la soggiacenza), faccio misure distribuite arealmente. Attenzione: non faccio le misure in pozzi usati giornalmente e nei pozzi a uso idropotabile, in quanto il livello piezometrico è soggetto a variazioni. Se devo misurare la seconda falda, faccio misure in pozzi profondi.

*quando eseguire le misure?* Assenza di precipitazioni; livelli di falda non disturbati da prelievi (zone agricole); lavori in corso + diverse condizioni idriche (es: in estate, in inverno). + Banca dati regionale fornisce andamento livello piezometrico (max ad agosto xk irriguo il suolo).

**CARTA IDROLOGICA**: sulla CTR riporto i punti in cui ho fatto la misura; faccio triangoli e divido lati ogni metro; costruisco l'**ISOPIEZOMETRICA** (in viola): unisco i punti a stesso livello di falda; **LINEE DI FLUSSO**: ortogonali alle isopiezometriche (indicare con freccia); **ZONA SPARTIACQUE** (sotterraneo; punti viola): dove il flusso si decompri (freccie di flusso si allontanano); **ASSE DI DRENAGGIO**: il flusso si comprime (freccia più grossa).

## FENOMENI FRANOSI

---

Due tipologie: intensa erosione; frane.

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>flow (colate di fango)</b>                               | Accumuli detritici   | Si formano le <i>conoidi alluvionali</i> . Spesso in mezzo al paese scorre un piccolo torrente. Ma non costruire vicino perché quando c'è il debris flow viene giù molto materiale! Caratterizzati da gradienti inversi di granulometria<br>Interventi: reti, briglie |
|   | Piogge intense che saturano i detriti (o scioglimento di neve).                          |   |
|   | Abbastanza veloci con portata variabile  |   |
|   |  |   |
| <b>-Colate di fango (mud flow)</b> (ita centro meridionale) | Argille /cineriti  |   |
|   | Pendenza   |   |
|   | Piogge intense   |   |
| <b>-Frane da sprofondamento – sinkhole</b>                  | Rocce di diversa natura  |   |
|   | Presenza di vuoti sotterranei (molte volte per colpa dell'uomo)                          |   |
| <b>-Deformazioni gravitative profonde (DGP)</b>             | Creste di montagne – rocce microfratturate (milonitiche)                                 | Non si possono fare tanti interventi -> fare solo monitoraggio  |
|   | Continuo sollevamento della nostra catena montuosa. Formazione di <i>doppie creste</i> . |   |
|   | Molto lente  |   |
| <b>- Grandi frane complesse</b>                             | Ammassi lapidei fratturati   | Es: frana val Pola; Vajont.   |
|   | Rocce fratturate   |   |
|   | Non molto chiari!  |   |
|   | Rapidissime  |   |

## Studio e monitoraggio frane

Motivo: conoscere evoluzione fenomeni dissesto; presenza di opere -> devo verificare; efficacia interventi. Richiedono attenzione, manutenzione, controllo periodico, da parte di persone qualificate. in piemonte sono molto controllate le frane da scivolamento planare -> ma non ha tanto senso! (infatti, queste frane hanno evoluzione rapida in seguito a eventi idrologici estremi. Piuttosto uso quei soldi per fare interventi).

Chiamarli *sistemi di controllo*. Non sistemi di allarme (superata certa soglia scatta): problemi di falso allarme + malfunzionamenti (fulmini, umidità), problemi legali.

|  |  |
|--|--|
| <u>Monitoraggio 1</u> : analisi dati storici (comuni, chiese, giornali locali).  |  |
| <u>Monitoraggio 2</u> : controllo dati pluviometrici (ARPA), in tempo reale  |  |
| <u>Monitoraggio 3</u> : controllo topografico: convenzionale/gps   |  |
| Controllo <b>topografico</b> manuale: stazione totale. Posiziono dei prismi su appositi pilastri (profondi, in modo da essere solidali al corpo frana e non registrare solamente i soil slip). Il controllo può poi essere manuale o automatico. Posiziono dei <i>capisaldi in frana</i> (non posizionati frontalmente all'osservatore!) e <i>capisaldi di controllo</i> | Controllo <b>GPS</b> : posizionati su aste rigidissime. Posizionati anche a fianco dell'inclinometro (perché questo potrebbe non rilevarmi spostamento in quanto il piano di scorrimento è più profondo) |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | <p>T sono incernierate + tirantatura della rete per consentire di assorbire attivamente l'energia cinetica.</p> <p><b>-Vallo paramassi:</b> riporto il materiale : rocce detritiche.</p> <p><b>-Gallerie artificiali:</b> possono essere a sbalzo (ma non conviene). Protezione frane + valanghe.</p>  |   |   |
| <b>Ammassi fratturati con grossi blocchi</b>  | <p><b>-Contrafforti:</b> muri di sostegno al blocco. Poco usati</p> <p><b>-Ancoraggi:</b> eseguo una perforazione. Devo indicare una profondità (faccio la <i>geofisica</i>) e l'angolo (a 90° rispetto alla frattura. Devo perciò calcolare la <i>giacitura</i>).</p> <table border="1"> <tr> <td> <p><b>-chiodatura:</b> opera passiva che lavora a taglio: funziona quando lo strato di roccia scivola; il chiodo esprime uno sforzo di taglio eguale e contrario al taglio del piano, stabilizzandolo. Per realizzare ciò uso un <b>bullone o tassello:</b> di lunghezza &lt;10 m; il foro superficiale ha una <i>piastra ripartitrice</i>.</p> </td> <td> <p><b>-tirantatura:</b> mi anco alla roccia sana esprimendo uno sforzo di trazione che, attivamente, cuce lo strato instabile a quello lapideo. Metto nel foro delle funi d'acciaio, annegando i 2/3 del foro con cemento, o meglio resina (che asciuga più velocemente), poi si fa la tirantatura, tirando i cavi e ancorandoli con una piastra.</p> </td> </tr> </table>  | <p><b>-chiodatura:</b> opera passiva che lavora a taglio: funziona quando lo strato di roccia scivola; il chiodo esprime uno sforzo di taglio eguale e contrario al taglio del piano, stabilizzandolo. Per realizzare ciò uso un <b>bullone o tassello:</b> di lunghezza &lt;10 m; il foro superficiale ha una <i>piastra ripartitrice</i>.</p> | <p><b>-tirantatura:</b> mi anco alla roccia sana esprimendo uno sforzo di trazione che, attivamente, cuce lo strato instabile a quello lapideo. Metto nel foro delle funi d'acciaio, annegando i 2/3 del foro con cemento, o meglio resina (che asciuga più velocemente), poi si fa la tirantatura, tirando i cavi e ancorandoli con una piastra.</p> |
| <p><b>-chiodatura:</b> opera passiva che lavora a taglio: funziona quando lo strato di roccia scivola; il chiodo esprime uno sforzo di taglio eguale e contrario al taglio del piano, stabilizzandolo. Per realizzare ciò uso un <b>bullone o tassello:</b> di lunghezza &lt;10 m; il foro superficiale ha una <i>piastra ripartitrice</i>.</p> | <p><b>-tirantatura:</b> mi anco alla roccia sana esprimendo uno sforzo di trazione che, attivamente, cuce lo strato instabile a quello lapideo. Metto nel foro delle funi d'acciaio, annegando i 2/3 del foro con cemento, o meglio resina (che asciuga più velocemente), poi si fa la tirantatura, tirando i cavi e ancorandoli con una piastra.</p>  |   |   |
| <b>Interventi ai piedi di piccole frane o per bloccare un pendio instabile</b><br>(es: quando faccio una strada)  | <p><b>-Scogliera:</b> posizione grossi massi da 1 m<sup>3</sup>, è una struttura deformabile. <i>Vantaggi:</i> basso costo, durata illimitata, usabile per arginatura di fiumi e per rilevati. <i>Svantaggi:</i> impattante; da fare solo ai piedi del pendio xk è pesante e può provocare instabilità.</p> <p><b>-Gabbionata:</b> gabbie metalliche che contengono rocce piccole. Si mette come la scogliera ma dura molto meno (poca durabilità delle gabbie).</p> <p><b>-muri cellulari:</b> elementi a T in cemento, costruisco una gabbia che riempio di cemento.</p> <p><b>-Doppie palificate</b> in legno trattato</p> <p><b>-Terra armata:</b> nastro metallico (scudo) che contiene terra pressata. Necessita di un sistema di drenaggio.</p> <p><b>-Muro ad elemento prefabbricato:</b> muro a L di larghezza 2 m. in basso cordolo per legarli. molto leggeri -&gt; si possono fare sul pendio. Non serve drenaggio perché l'acqua passa tra gli elementi prefabbricati. Ma non fungono da sponde per un corso d'acqua (erosione, ribaltamento).</p> <p><b>-Muro in cls armato:</b> si oppone a movimento con proprio peso, ma pesando tanto non è da fare in corpo frana (+deformazioni differenziali -&gt; crepe). <i>Per drenare l'acqua:</i> tubo (forellato) in basso; ricoperto di ghiaia; tutto intorno metto geotessuto</p> |   |   |
| <b>Stabilizzazione di frane nel corpo</b>   | <p><b>-Diaframma di pali:</b> ma non fare su pendii in frana xk il cemento non tiene gli sforzi di taglio. <b>Diaframma di pali tirantato</b></p> <p><b>-interventi di drenaggio:</b> bisogna anzitutto misurare il livello piezometrico, tenendo conto eventualmente della superficie piezometrica virtuale. Le strutture drenanti che creo devono essere orto alle linee di flusso.</p> <p><b>-trincea drenante:</b> su materiale non lapideo (devo scavare); ortogonale a linee di flusso: creo uno scavo a pareti verticali/inclinate; sotto metto un tubo di raccolta (non // alle curve di livello ma con una pendenza!) e sopra della ghiaia coperta dal geotessuto; riempio l'ultimo strato con argilla. <i>Da eseguire solo se il piano di scivolamento è abbastanza in superficie.</i> Variante <b>gabbioni drenanti:</b> incorporano tubo e mezzo di filtrazione.</p> <p><b>-dreni suborizzontali:</b> tubi infissi nella roccia che si collegano alla superficie di scivolamento e che per la pendenza trasportano l'acqua in una canaletta.</p>   |   |   |

# PROTEZIONE CIVILE

## Prof. Bartolomeo Vigna

Servizio nazionale composto da governi, regioni, provincie, comuni, enti pubblici e istituti di ricerca con lo scopo di tutelare vite e beni da eventi calamitosi. Ci sono inoltre strutture operative (VVF, forze armate, croce rossa...). Oggi lo stato entra in azione solo nel caso di dichiarato stato d'emergenza, altrimenti le competenze sono decentralizzate. 4 attività fondamentali: **previsione**, **prevenzione**, **emergenza**, **rispristino**. Amministrazioni partecipano in funzione dell'emergenza, di tipo a, b o c. In emergenza il sindaco deve coordinare i primi soccorsi – **evento a**. se non ci riesce interviene la regione – **evento b**. Nei casi più gravi interviene lo stato (Presidente del consiglio) che opera mediante il dipartimento di protezione civile – **evento c**. MA non si agisce solo in emergenza!: anche, e soprattutto, in tempi ordinari l'amministrazione è (o almeno dovrebbe essere) impegnata in attività di previsione e prevenzione: ricerca scientifica + attività informativa da parte del sindaco. In caso di **emergenza** il coordinamento è assunto dal Capo dipartimento protezione civile nazionale. Rischi: idrogeologici, valanghe, eventi meteorologici estremi, incendi, sismi, rischi chimici e sanitari.

-**Previsione**: studio degli eventi calamitosi e determinazione aree interessate + sistemi di *monitoraggio* e allarme. Sistema di allertamento: **centri funzionali**: raccogliere ed elaborare dati.

-**Prevenzione**: evitare o al più ridurre il rischio correlato ai pericoli. Interventi: **strutturali** (riduzione di P: es: argini, vasche laminazione, consolidamento), **non strutturali** (riduzione FC es: limitare espansione urbanistica, sistemi di allertamento e reti di monitoraggio).

-**emergenza**: assistenza alla popolazione colpita.

-**superamento dell'emergenza**.

## CARTOGRAFIA

Contiene informazioni relativamente a planimetria e altimetria, al fine di conoscere il territorio e programmare interventi. 3 tipi: *geografica* (1:500000), *corografica* (1:100000), *topografica* (1:100000 – 1:500); può poi essere ordinaria (errore graficismo= $0,2\text{mm} \cdot n$ ) o tematica. Istituti di realizzazione: IGM, aeronautica, marina, Catasto, Istituto geologico. La nuova carta IGM è nel sistema UTM – WGS84 – ETRF2000 e la carta di base è quella 1:50000, che suddivisa in 16 fogli fornisce la CTR 1:10000. Esiste poi la CTP e carte a grande scala.

Le carte geologiche si possono visualizzare sull'**ISPRA** (istituto nazionale protezione e ricerca ambientale). È fornito anche un quadernetto esplicativo della situazione geologica (frane, aree esondabili...). Si può anche accedere al **geoportale**: contiene carte e fotografie aeree geo referenziate del territorio. Cartografia **PAI** (piano assetto idrogeologico): fotografie aeree con zone in frana e conoidi.

## ANALISI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO

Rischio **geologico** (*dissesti*) e **idrologico** (*alluvioni*). Fare riferimento alla cartografia PAI (piano assetto idrogeologico). –*previsione*: determinazione cause eventi calamitosi (pioggia), area colpita. –*prevenzione*: ridurre al minimo la probabilità o attenuare il danno potenziale (si realizza mediante: prescrizioni normative, informazione, formazione, pianificazione). –*mitigazione*: manutenzione di bacini idrografici e pendii. Distinzione: **pericoli indotti da processi naturali** (materiale solido (terremoti, vulcani, frane,

- Pioggia debole: 2
- Pioggia moderata:  $2 < 10$
- Pioggia forte:  $10 < 30$
- Pioggia molto forte:  $30 < 60$
- Nubifragio (alluvione lampo):  $> 60$ .

**Temporale:** cumulinembi (forma a incudine con altezza notevole) formati per risalita di aria calda che condensa e da origine alla precipitazione. La massa d'aria è anche interessata da fenomeni di movimento verticale. Si distinguono: *temporali frontali* (masse d'aria spostandosi orizzontalmente incontrano fronte freddo), *temporali convettivi* (risalita e condensa), *temporali orografici* (massa d'aria segue lo sviluppo dell'ammasso e poi condensa). **MCS:** sistema convettivo a mesoscala: unione di più fronti temporaleschi.

Oltre ai dati pluviometrici si possono anche analizzare i dati dei fulmini, radar meteorologico. Condizione necessaria affinché si sviluppino temporali: masse d'aria calda + gradienti termici verticali negativi.

**Prevedibilità:** modelli, immagini sat e radar, scariche elettriche.

Interazione piogge-portate: -bacino piccolo: tempo di risposta rapido; -bacino grande: tempo di risposta lento. Analisi dei tempi di ritorno: funzione di durata e quantità pioggia. Interazione piogge-frane (NB: per le frane la prima cosa da fare è consultare la cartografia!). tra le cause predisponenti le frane ci è spesso l'abbandono agricolo. !!spesso non si ha interrelazione diretta tra frana e dato pluviometrico, ma *tra frana e dato piezometrico*. Previsione frane: analisi frane attive a partire da dati storici; analisi precipitazioni, elaborazioni statistiche; **soglie pluviometriche e di neve** (al di sotto dei quali non si verificano fenomeni) a partire dai quali nascono sistemi di allerta. Si realizza cioè una MAPPATURA DEL TERRITORIO.

## MONITORAGGIO PIOGGE, NEVE, LIVELLI IDRICI

Uso congiunto di pluviometri e misura dei livelli idrici, avendo cura di assicurare la trasmissione dati anche in eventi estremi (dotare di un gruppo di continuità). Pluviometri situati vicino ai piezometri, in zone riparate dal vento.

**PLUVIOGRAFO:** lo strumento va posizionato in bolla; il meccanismo consiste in due vaschette basculanti che ricevono l'acqua filtrata dal pluviografo (eventualmente mettere geotessuto). Il pluviografo+anemometro+termometro+sensore umidità + trasmissione automatica dei dati (trasmessi ogni 10 min) costa sui 2000 E.

**DATI NIVOMETRICI:** a) si può usare un pluviografo con *termoriscaldatore* da cui ottengo i mm di H<sub>2</sub>O equivalente. Ma il valore ottenuto è sottostimato (per il vento e perché sulla superficie la neve non fonde).

**B)** Si misura l'altezza neve e la temperatura e si usano formule per ricavare i mm equivalenti (SWE): formula Pomeroy / formula Vigna. **C)** ma bisogna anche misurare la neve quando fonde! Imbuto un po' sopra il piano campagna collegato con un tubo a un pluviometro interrato.

NB: tali strumenti vanno posti sia a sud sia a nord.

**MISURE DI PORTATA:** misure puntuali/ misure continue. MISURE ISTANTANEE:  $q=vS$ . diversi metodi:

- **MISURA VOLUMETRICA:** mi posiziono sotto cascata e misuro tempo necessario a riempire volume noto.
- **MISURA CON MULINELLO IDRAULICO.** Per prima cosa determino la sezione. Sposto tutti i massi e metto una blindella trasversalmente al fiume; ogni tot metri misuro la profondità con metro rigido. Suddivido in quadranti e per ognuno misuro velocità con mulinello.  $q=vS$ .

- A media energia: fiumi a treccia: ghiaie più fini
- A bassa energia: meandri. Bassa pendenza.

**Autorità di bacino** ha il compito di controllare i corpi idrici. **PAI**: attraverso la morfologia fluviale, identifica le aree a diverso rischio esondazione: **fasce fluviali**. Inoltre vincola le opere nelle vicinanze dei corsi d'acqua; fa interventi strutturali lungo i fiumi.

**PORTATA DI COLMO  $Q_c$** : funzione del coefficiente di deflusso; precipitazione max/tempo di corrivazione (tempo che impiega una goccia a percorrere il bacino); superficie bacino. Identifico quindi delle fasce fluviali di ampiezza funzionale al **TEMPO DI RITORNO**: tempo medio tra il verificarsi di due eventi di uguale o superiore intensità: Es:  $Q_{100}$ : portata che si verifica, del dato valore  $Q_{100}$  o di intensità superiore, ogni 100 anni.

- **Fascia A**: piena ordinaria. Si determina in uno dei seguenti modi: -fissata la  $Q_{200} * 0,8$ , si calcola il corrispondente livello idrico; nei fiumi a treccia: zona di migrazione del torrente con  $TR=200$ .
- **Fascia B**: esondazione: zone di esondazione corrispondente al livello idrico basato su  $Q_{200}$  / oppure: aree di potenziale riattivazione.
- **Fascia C**: piena catastrofica:  $Q_{500}$ .

## RISCHIO GLACIALE E VALANGHE

In un ghiacciaio riconosciamo: *zona di alimentazione, lingua, zona di ablazione* (scioglimento + **esarazione** glaciale). Nei ghiacciai temperati lo scorrimento avviene su uno strato di acqua + torrenti subglaciali e sacche d'acqua.

### **Pericolosità ghiacciai:**

- il disgelo ha causato una decompressione → caduta di blocchi.
- Laghi nel ghiacciaio o bloccate dalla morena. *Torrenti glaciali; tasche d'acqua*. Questi possono addirittura causare debris flow!
- Permafrost + cicli di gelo-disgelo: causano crolli di roccia (v. Drus)
- Crolli di ghiaccio.

**VALANGHE**: masse di neve che si mettono in movimento su un pendio. Distacco influenzato da morfologia neve; piani di discontinuità; azioni umane: il distacco può essere spontaneo, per urto, artificiale. Tipologia di valanghe:

- A **debole coesione**: origine puntiforme da piccola quantità di neve che inizia a scivolare. Si distinguono in valanghe *radenti* e *nubiformi*. La neve può essere *asciutta* (soffio. Durante o dopo una nevicata); *bagnata*.
- A **lastroni**: grandi *lastroni* compatti che si mettono in movimento su uno strato di discontinuità. Possono essere valanghe di *fondo* (scorrimento sull'erba non tagliata del pendio); valanghe di *superficie*. Possono formarsi per discontinuità tra gli *strati* (strati con diversa cristallizzazione -> strato di debolezza. Inoltre l'acqua di fusione raggiunge il piano di debolezza); per il *vento* (neve trasportata che si poggia sullo strato vecchio, in particolare nelle zone sottovento e protetti da cornice).

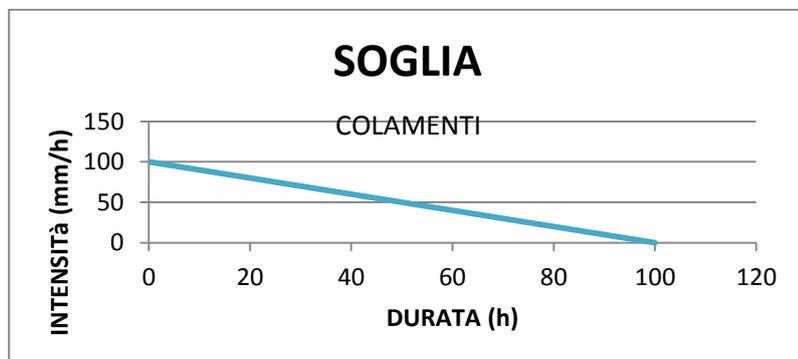
### Fattori predisponenti il distacco:

- *Metamorfismo della neve*: nel tempo la forma cristallina della neve si trasforma in grossi grani (forma a calice). Inoltre l'umidità risale dal basso e ghiaccia in superficie. La neve nuova che cade non aderisce a tale strato creando un piano di debolezza.

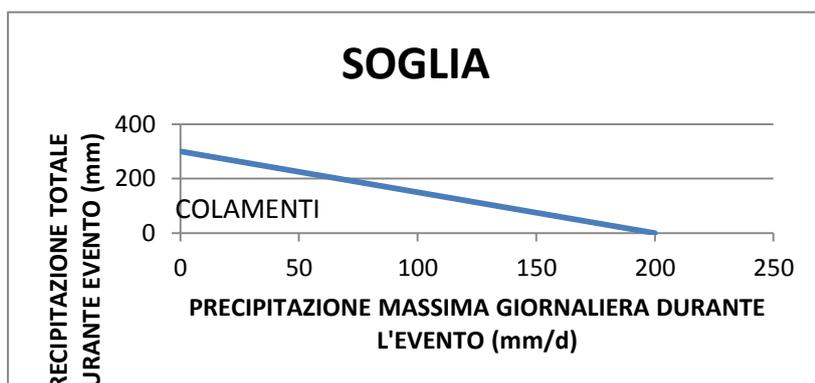
### SOGLIE PLUVIOMETRICHE:

SOGLIE D'INNESCO = *minimo livello pluviometrico oltre il quale si verificano colamenti*. 2 possibili soglie: - correlazione intensità mm/h + Durata (h) ; - precipitazione evento + precipitazione massima giornaliera durante lo stesso evento.

- **INTENSITÀ + DURATA:**



- **PRECIPITAZIONE TOTALE DURANTE L'EVENTO + PRECIPITAZIONE MASSIMA GIORNALIERA**



- **MAGNITUDO:** in funzione dell'estensione del bacino; pendenza conoide; portata della colata di detrito.

### **INTERVENTI:**

- Nella zona di formazione:
  - Canalizzazione acque; interventi di ingegneria naturalistica.
- Nella zona di trasporto:
  - Briglie selettive
  - Barriere laterali e arginatura; scogliera cementizia
  - Barriera deflettente
  - Bacini di raccolta

## RISCHIO INCENDI

NB: l'incendio ha anche conseguenze sul bosco e in seguito possono verificarsi frane. Varie tipologie:

- Di **superficie**: brucia sostanze organiche superficiali

- EVENTO CALAMITOSO= fenomeni fisici che possono avere conseguenze negative sul territorio e su sistema antropico (BERSAGLIO)
- RISCHIO= quantificazione della gravità e probabilità di un evento calamitoso
- SORGENTE DI RISCHIO

**$R=H*V*W$**

RISCHI: idrogeologico, valanghe, terremoti, incendi, inquinamento, trasporti, crolli di strutture, ordigni bellici.

**PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE:** costruzione di SCENARI DI RISCHIO:

- 1) RACCOLTA INFORMAZIONI: da archivio storico-cartografico.
- 2) COSTRUZIONE SCENARI DI PERICOLOSITÀ: calcolo del rischio e sua mappatura sul territorio (es: a partire dalle fasce A, B, C, aree inondabili, individuate dal PAI).
- 3) COSTRUZIONE SCENARI ELEMENTI ESPOSTI: effetto delle sorgenti di pericolo sul territorio.
- 4) COSTRUZIONE SCENARI DI RISCHIO SEMPLIFICATO: 'cubo di rischio (matrice 3D)'.
  - a. MATRICE rischio specifico:  **$H + V$**
  - b. MATRICE  **$(H + V) + W$**

GESTIONE DEL RISCHIO: agisco su H, V, W.