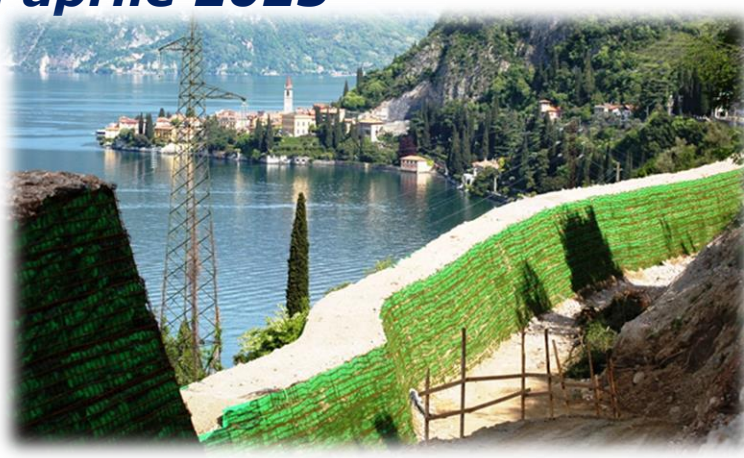


PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA

Catania, 11 aprile 2025



**POSSIBILI STRATEGIE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA: PREVENZIONE,
PROTEZIONE, RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ E SISTEMI DI ALLERTA**

Prof. Ing. Nicola Moraci - nicola.moraci@unirc.it
Università Mediterranea di Reggio Calabria

ZONAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA

CARTE INVENTARIO

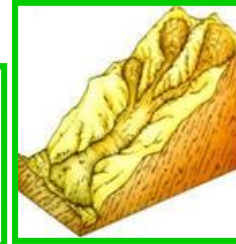
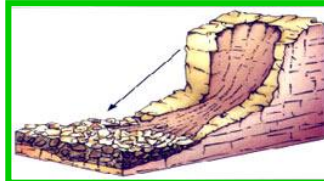
ZONAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ

(distribuzione in un determinato
contesto delle frane esistenti e
potenziali)



QUALE FENOMENO?

DOVE?

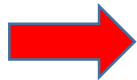


Analisi della frequenza di frana



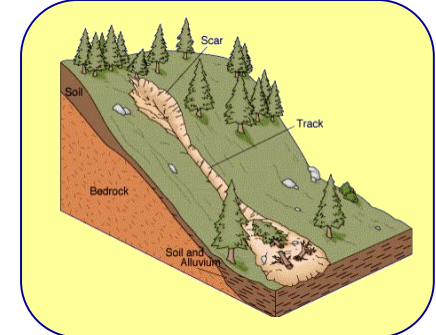
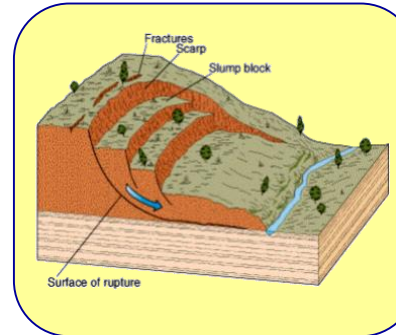
ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

(intensità e probabilità di
accadimento dei fenomeni franosi)



QUANDO?

COME?



Carat. delle conseguenze



ZONAZIONE DEL RISCHIO
(probabilità e severità di un effetto
avverso sugli elementi a rischio)



DANNI?



ANALISI QUANTITATIVA DEL RISCHIO DA FRANA (QRA)

(Fell et al., 2005; Corominas et al., 2014)

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

$P_{(LOL)}$ probabilità annuale che una persona perda la vita

$P_{(L)}$ frequenza di accadimento dei fenomeni

$P_{(T:L)}$ probabilità che il fenomeno raggiunga la persona maggiormente esposta;

$P_{(S:T)}$ probabilità spazio-temporale della persona maggiormente esposta al rischio;

$V_{(D:T)}$ vulnerabilità della persona maggiormente esposta

$$P_{(DI)} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n [P_{(L)_{i,j}} \times P_{(T:L)_{i,j}} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)_{i,j}}]$$

essendo n i valori di **magnitudo** considerati per ciascuno degli m **eventi franosi** presi a riferimento

ANALISI QUANTITATIVA DEL RISCHIO DA FRANA (QRA)

P_(prop) probabilità annuale di perdita del valore della proprietà

P_(L) frequenza di accadimento dei fenomeni

P_(T:L) probabilità che il fenomeno raggiunga la proprietà (l'elemento a rischio);

P_(S:T) probabilità spazio-temporale della proprietà (elemento a rischio);

V_(pop:S) vulnerabilità della assegnata proprietà nei confronti dell'evento franoso

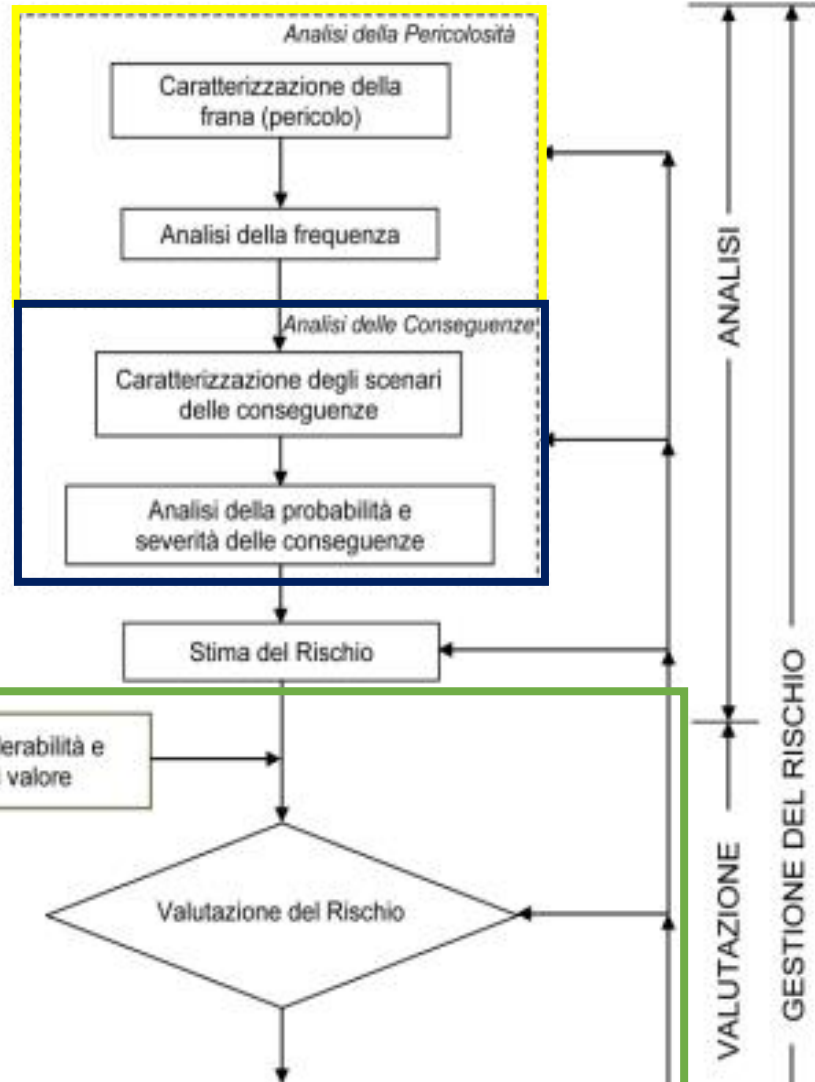
E valore (es. in euro) dell'elemento esposto

$$P_{(prop)} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n [P_{(L)I,j} \times P_{(T:L)I,j} \times P_{(S:T)} \times V_{(prop:S)I,j} \times E]$$

essendo **n** i valori di **magnitudo** considerati per ciascuno degli **m eventi franosi** presi a riferimento

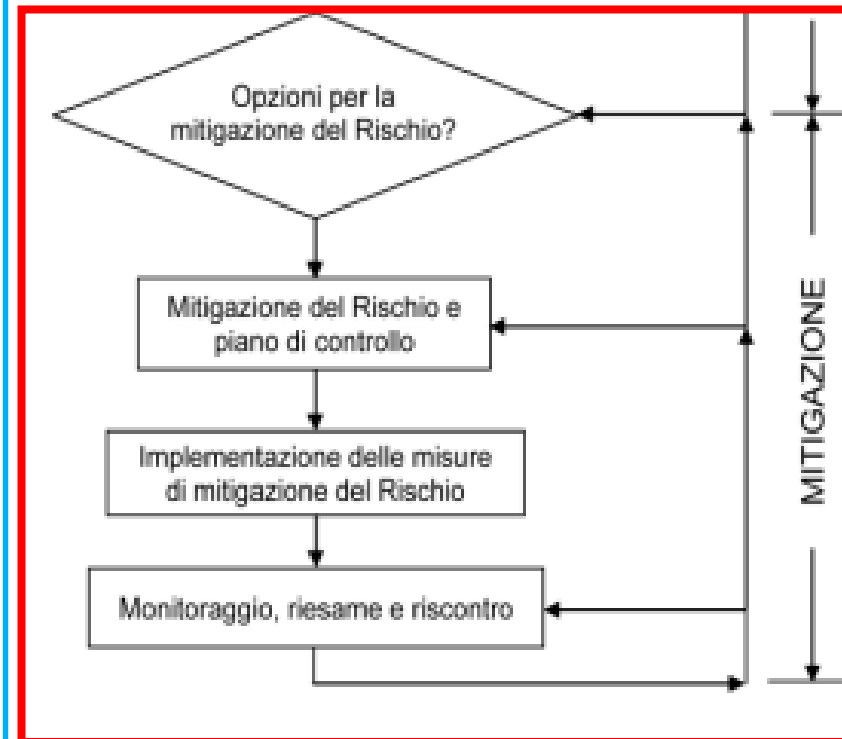
GESTIONE DEL RISCHIO

ANALISI E VALUTAZIONE



ANALISI E VALUTAZIONE

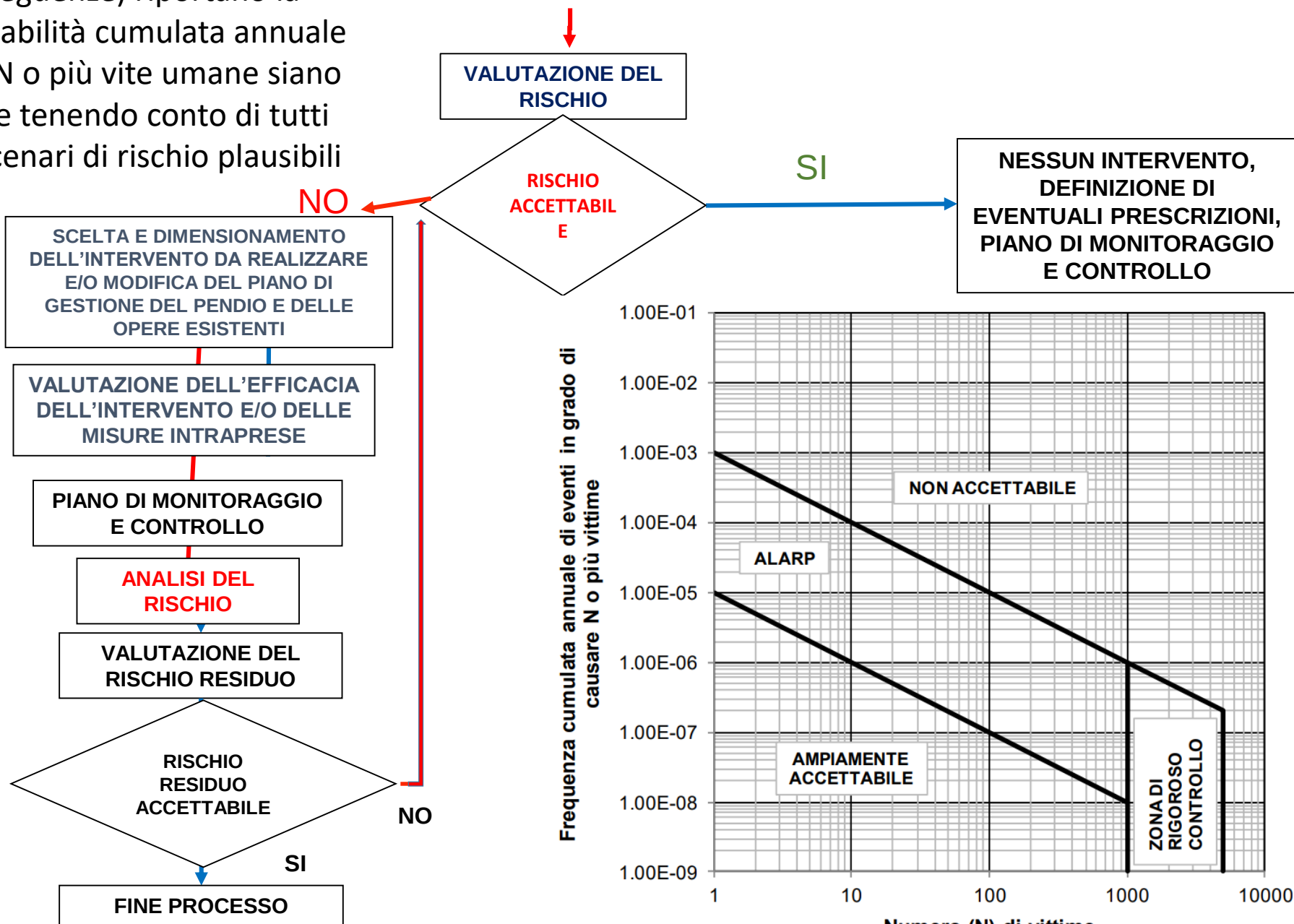
MITIGAZIONE



MITIGAZIONE DEL RISCHIO

curve F-N (frequenza-conseguenze) riportano la probabilità cumulata annuale che N o più vite umane siano perse tenendo conto di tutti gli scenari di rischio plausibili

MITIGAZIONE



STRATEGIE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Interventi di vario tipo che riducono uno o più tra **pericolosità** (P_L , $P_{T:L}$) dei fenomeni franosi, **dell'esposizione** ($P_{S:T}$) e/o della **vulnerabilità** ($V_{D:T}$) degli elementi a rischio.

MITIGAZIONE DEL RISCHIO

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITA' (P_L , $P_{T:L}$)

Frane
potenziali o esistenti

INTERVENTI DI PREVENZIONE (P_L) E PROTEZIONE ($P_{T:L}$)

$P_{(LOL)}$ PROBABILITÀ ANNUALE CHE UNA PERSONA PERDA LA VITA

$P_{(L)}$ FREQUENZA DI ACCADIMENTO DEI FENOMENI

$P_{(T:L)}$ PROBABILITÀ CHE IL FENOMENO RAGGIUNGA LA PERSONA MAGGIORMENTE ESPOSTA;

$P_{(S:T)}$ PROBABILITÀ SPAZIO-TEMPORALE DELLA PERSONA MAGGIORMENTE ESPOSTA AL RISCHIO;

$V_{(D:T)}$ VULNERABILITÀ DELLA PERSONA MAGGIORMENTE ESPOSTA

RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE ($P_{S:T}$) DEGLI ELEMENTI A RISCHIO

Persone

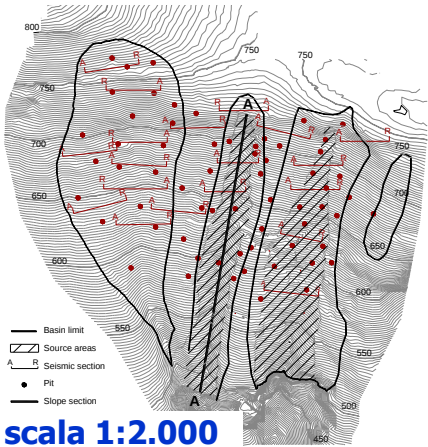
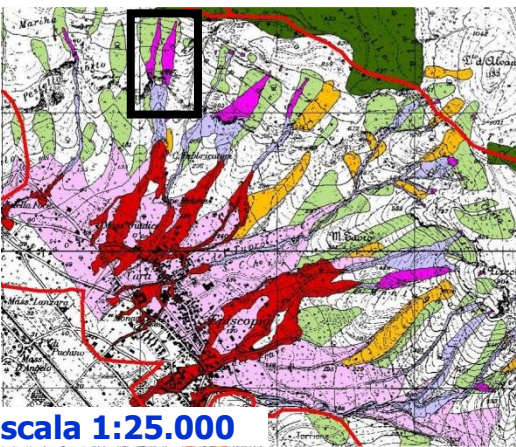
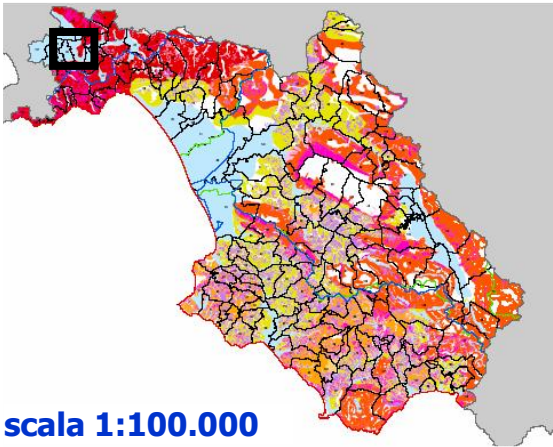
INTERVENTI FINALIZZATI ALLA RIDUZIONE DEL NUMERO E/O DEL VALORE DEGLI ELEMENTI ESPOSTI AL RISCHIO, IN MODO TEMPORANEO O PERMANENTE $P_{(S:T)}$

RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA' ($V_{D:T}$) DEGLI ELEMENTI A RISCHIO

Proprietà vs persone

INTERVENTI FINALIZZATI ALLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERDITA ATTESO DI UNO O PIÙ ELEMENTI ESPOSTI AL RISCHIO $V_{(D:T)}$

MITIGAZIONE DEL RISCHIO ALLE DIFFERENTI SCALE



	MEDIA SCALA 1: 100,000 ≤ SCALA < 1:25,000 DIVIETI	GRANDE SCALA 1: 25,000 ≤ SCALA < 1:5,000 SI	SCALA DI DETTAGLIO SCALA ≥ 1:5,000 SI	
PERMESSI/ASSICURAZIONI		SI	SI	} Riduzione di E
MONITORAGGIO/ALLARME		SI	SI	
PREVENZIONE	NO	NO	SI	
PROTEZIONE	NO	NO	SI	Riduzione di P

INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

Interventi di prevenzione agiscono riducendo $P_{(L)}$

Interventi di protezione agiscono riducendo $P_{(T:L)}$



Riducono la probabilità di innesco di una frana di assegnata magnitudo mediante la diminuzione dell'azione instabilizzante e/o l'aumento della resistenza disponibile lungo assegnate superfici di scorrimento



Riducono la probabilità che una massa in movimento di assegnata intensità investa gli elementi esposti mediante la sua intercettazione, deviazione, contenimento, o in generale modifica della traiettoria e/o dissipazione dell'energia cinetica.

SCHEMA DEL PROBLEMA - PREVENZIONE

AZIONI INSTABILIZZANTI

$$E = \int_S \tau_{mob}(W, Q, i, kh) ds$$

RESISTENZA LIMITE

$$R = \int_S \tau_{lim}(\sigma', c', \phi') ds$$

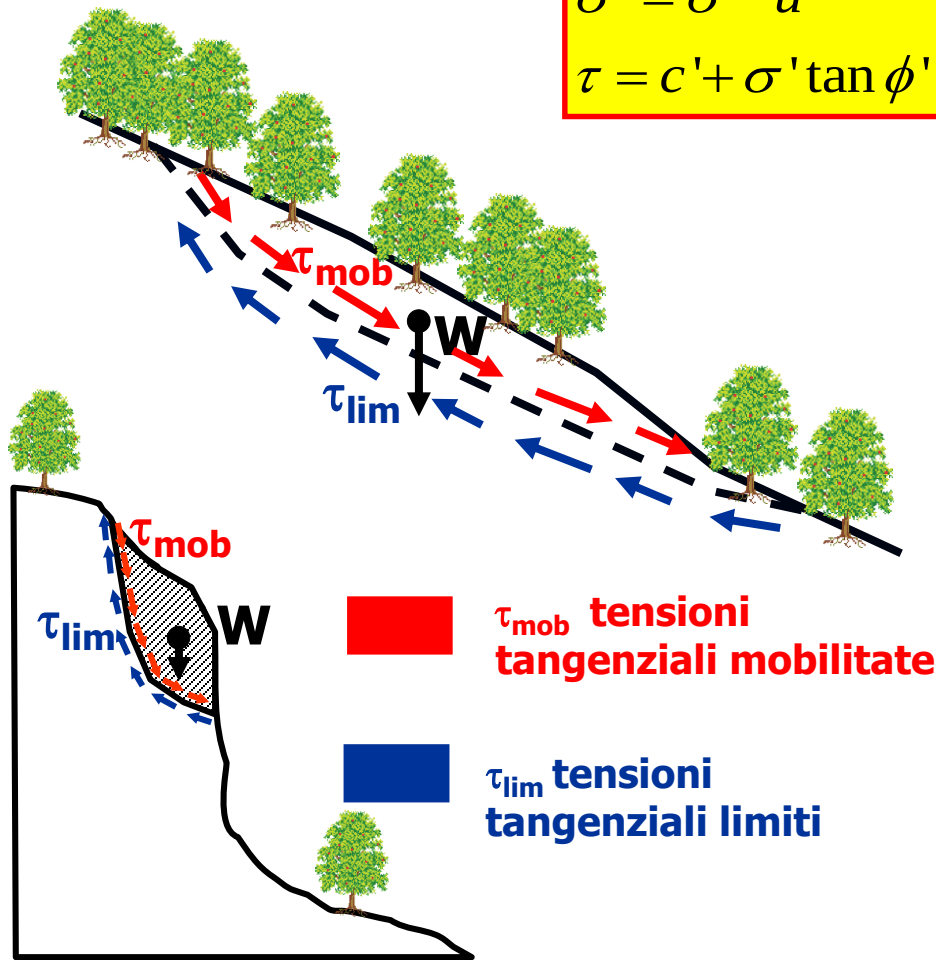
MITIGAZIONE

**RIDUZIONE
AZIONI
INSTABILIZZANTI**

**INCREMENTO
RESISTENZA
DISPONIBILE**

$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$$



$$R = \int \tau_{lim}(\gamma_D; c'_D, \phi'_D; c_{uD}) \rightarrow \gamma_R = 1,1 \rightarrow R_D = (\int \tau_{lim}) / 1,1$$

$$E_D = \int \tau_{mob}(\gamma_D)$$

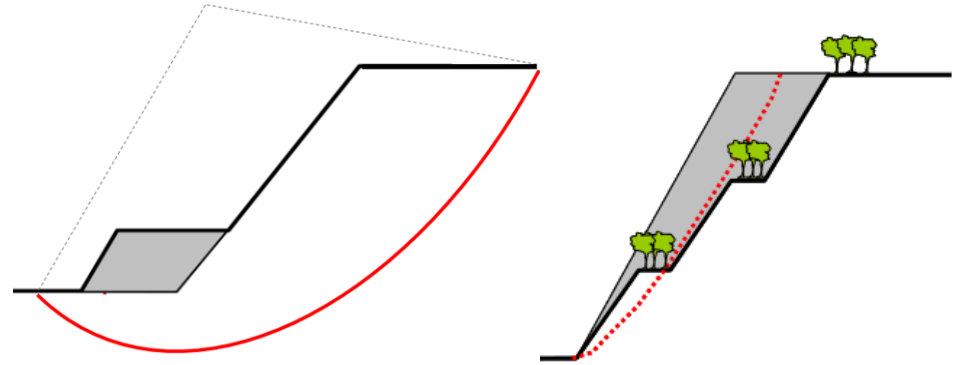
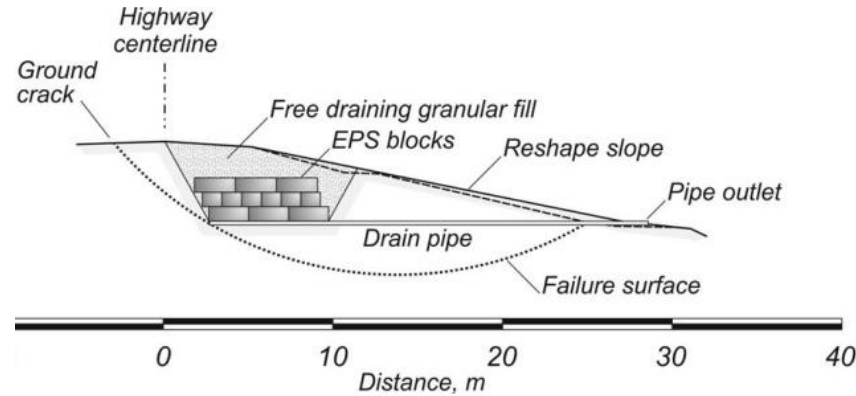
$$R_D \geq E_D$$

$$(R_D / E_D) \geq 1$$

$$F = \int \tau_{lim} / \int \tau_{mob} \geq 1,1$$

INTERVENTI DI PREVENZIONE

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$



**MODIFICA DEL
BILANCIO TRA
AZIONI E RESISTENZE
LUNGO LA
SUPERFICIE DI
ROTTURA**

VARIAZIONI DELLA GEOMETRIA E/O RIDISTRIBUZIONE DELLE MASSE

- **SCARICO IN TESTA (CON EVENTUALE SOSTITUZIONE CON MATERIALE ALLEGGERITO)**
- **APPESANTIMENTO AL PIEDE CON O SENZA OPERE DI SOSTEGNO**
- **RIDUZIONE DELLE PENDENZA MEDIA**
- **GRADONATURA**
- **RIMOZIONE SELETTIVA DI MASSE INSTABILI, DISGAGGIO**



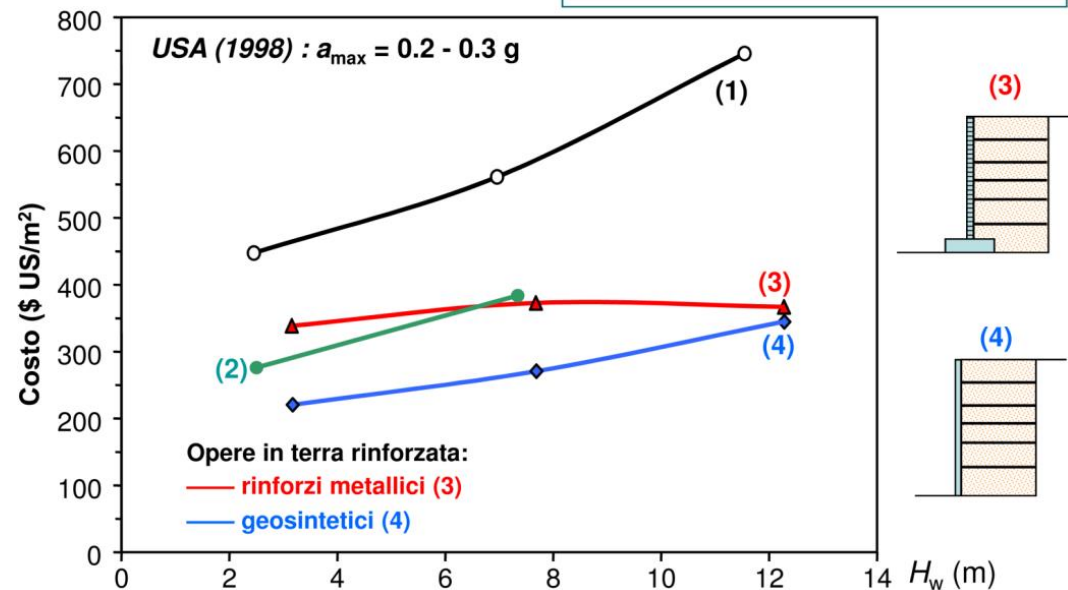
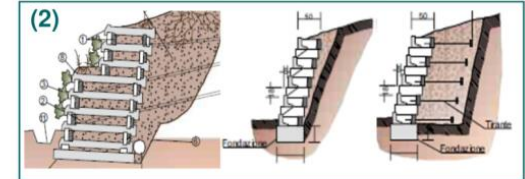
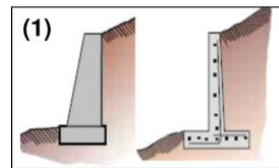
INTERVENTI DI PREVENZIONE

$$P_{(LOL)} = \cancel{P_{(L)}} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

MODIFICA DEL BILANCIO TRA AZIONI E RESISTENZE LUNGO LA SUPERFICIE DI ROTTURA

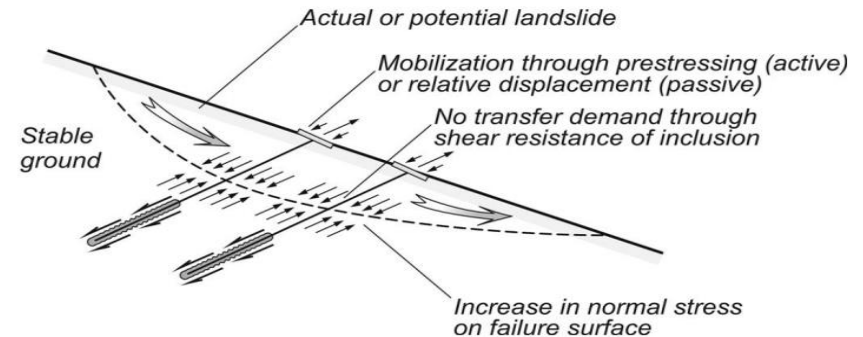
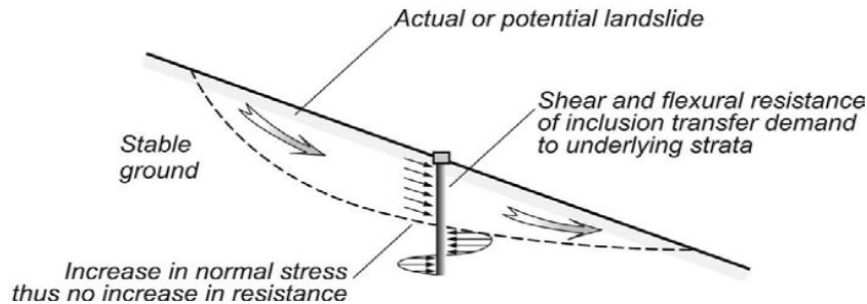
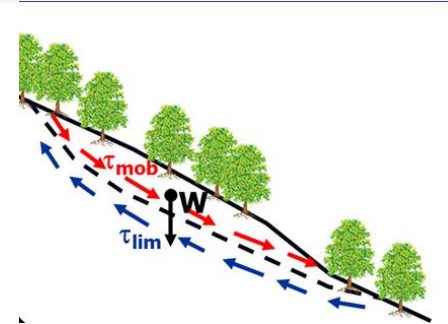
OPERE DI SOSTEGNO:

- TERRE RINFORZATE
- GABBIONI CON O SENZA VEGETAZIONE
- MURI A CATASTA CON O SENZA VEGETAZIONE
- MURI A GRAVITA
- MURI IN C.A.
- GRATE VEGETATE



INTERVENTI DI PREVENZIONE

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$



**TRASFERIRE AZIONI
STABILIZZANTI DALLE ZONE
STABILI A QUELLE
POTENZIALMENTE
INSTABILI**

ELEMENTI STRUTTURALI VERTICALI O SUB-VERTICALI:

- **PALI, MICROPALI E DIAFRAMMI (COLLEGATI IN TESTA E SPESSO INTEGRATI CON TIRANTI ATTIVI)**
- **POZZI STRUTTURALI DI GRANDE DIAMETRO**
- **TRINCEE O SPERONI IN GHIAIA O CALCESTRUZZO**

ANCORAGGI:

- **CHIODATURA (TRADIZIONALE O CON AGGIUNTA DI APPARATI RADICALI)**
- **BULLONATURE, TASSELLI E IMBRACATURE IN ROCCIA**
- **TIRANTI A TREFOLI**

INTERVENTI DI PREVENZIONE

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

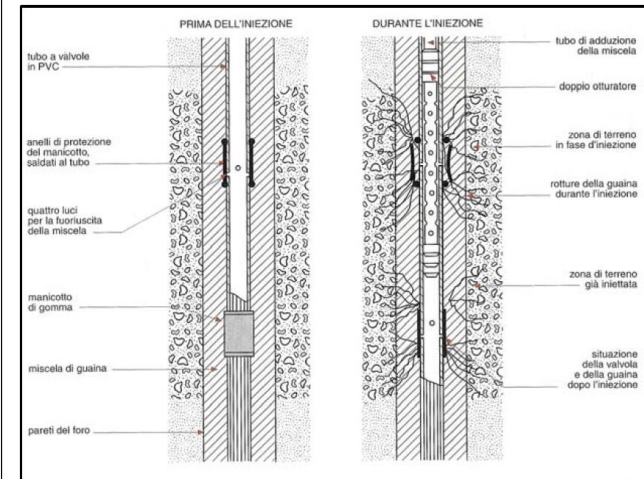
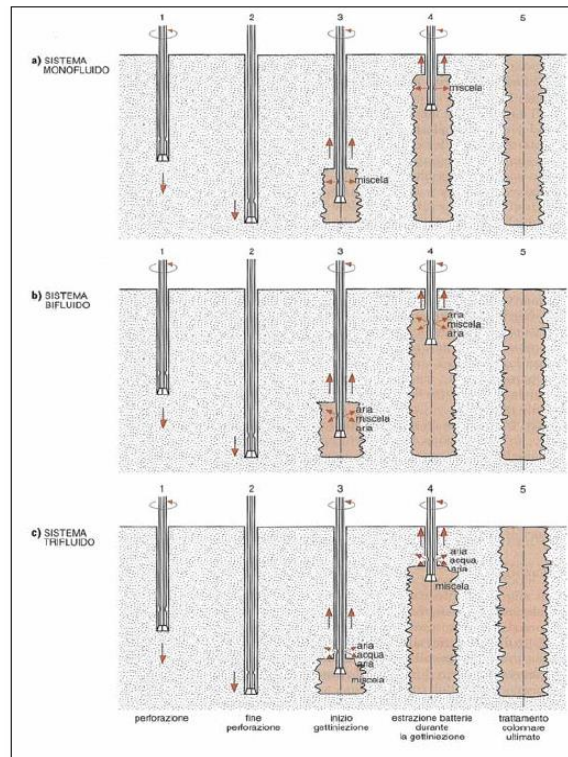
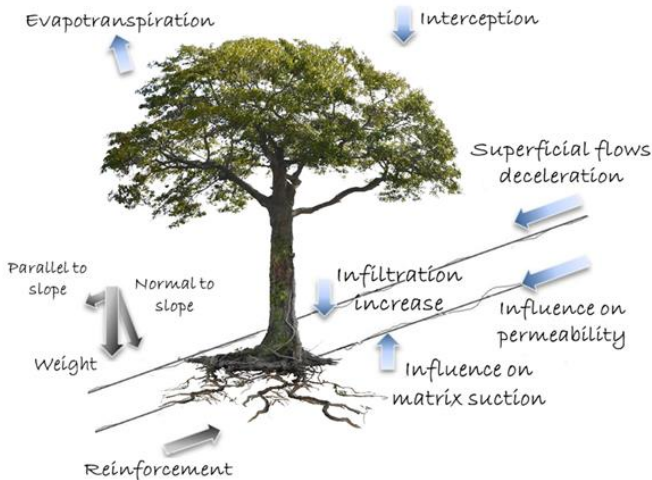
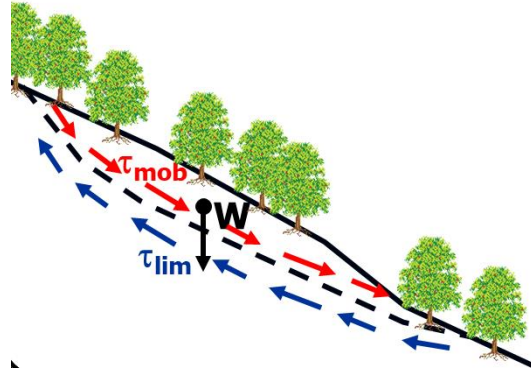
$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$$

**INCREMENTO DELLA
RESISTENZA AL
TAGLIO DISPONIBILE**

MODIFICA CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MASSA INSTABILE

- RINFORZO CON APPARATI RADICALI
- SOSTITUZIONE DELLA MASSA INSTABILE
- COMPATTAZIONE SUPERFICIALE E PROFONDA
- MISCELAZIONE PROFONDA CON CALCE E/O CEMENTO
- JET-GROUTING
- INIEZIONI PER PERMEAZIONE
- MODIFICA CHIMISMO DELLE ACQUE DI FALDA



INTERVENTI DI PREVENZIONE

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

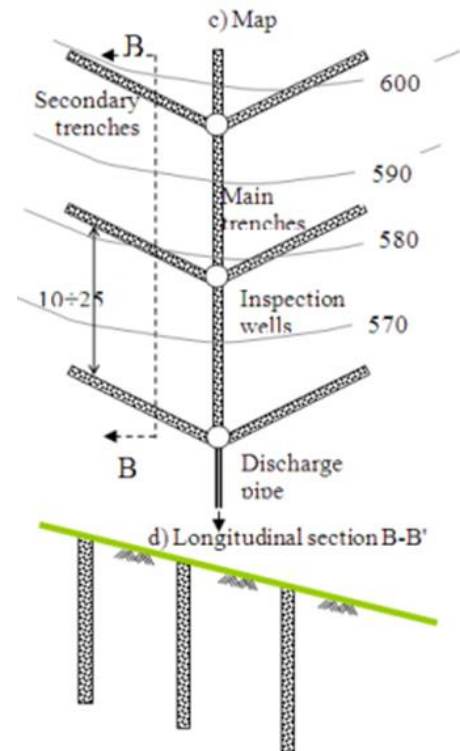
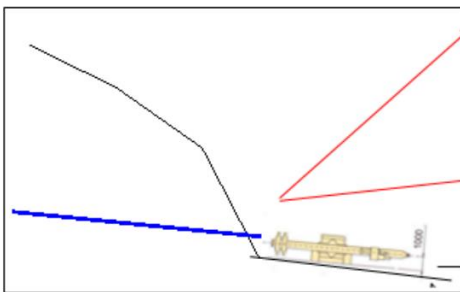
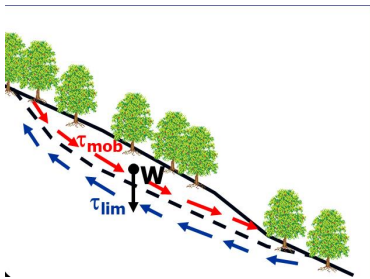
$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$$

**INCREMENTO DELLA
RESISTENZA AL
TAGLIO DISPONIBILE**

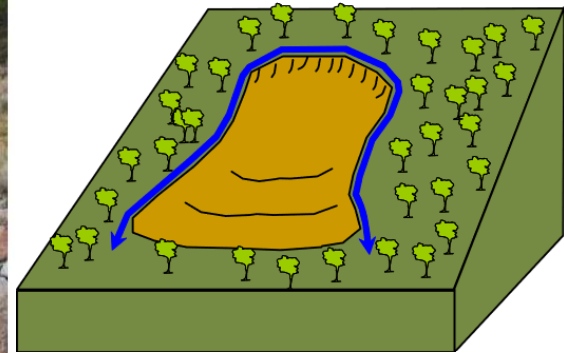
MODIFICA DEL REGIME IDRAULICO SOTTERRANEO (RIDUZIONE DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI)

- TRINCEE DRENANTI SUPERFICIALI E PROFONDE
- DRENI SUB-ORIZZONTALI
- POZZI DI PICCOLO, MEDIO O GRANDE DIAMETRO
- CASSONI DRENANTI
- GALLERIE E CUNICOLI DRENANTI



INTERVENTI DI PREVENZIONE

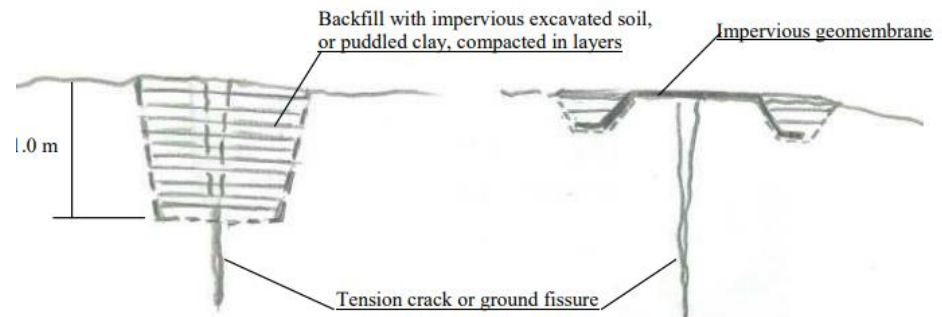
$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$



**PREVENZIONE
DELL'EROSIONE E
DELL'INFILTRAZIONE
ACQUE METEORICHE**

MODIFICA DEL REGIME IDRAULICO SUPERFICIALE

- **DRENAGGI SUPERFICIALI** (CANALETTE, FOSSI, TUBAZIONI, FASCI DI RADICI DRENANTI)
- **SIGILLATURA DELLE FESSURE DI TRAZIONE**
- **IMPERMEABILIZZAZIONE** (GEOMEMBRANE, FACCIE IMPERMEABILI)
- **COPERTURA VEGETALE**
- **CANALI E BRIGLIE**
- **DEVIAZIONE DEI CORSI D'ACQUA DAL PIEDE DEL VERSANTE**



INTERVENTI DI PREVENZIONE

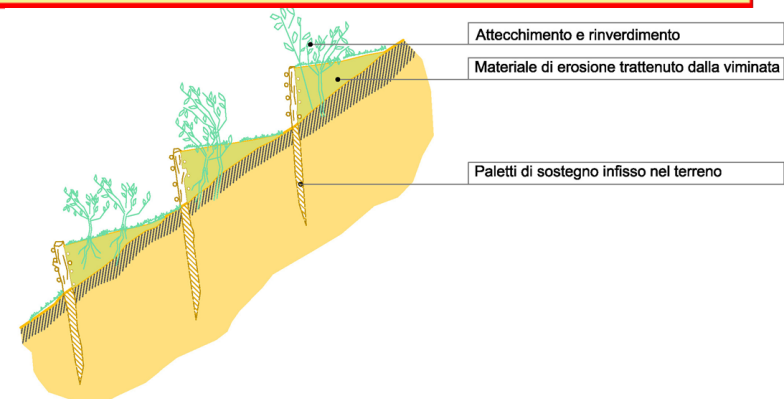
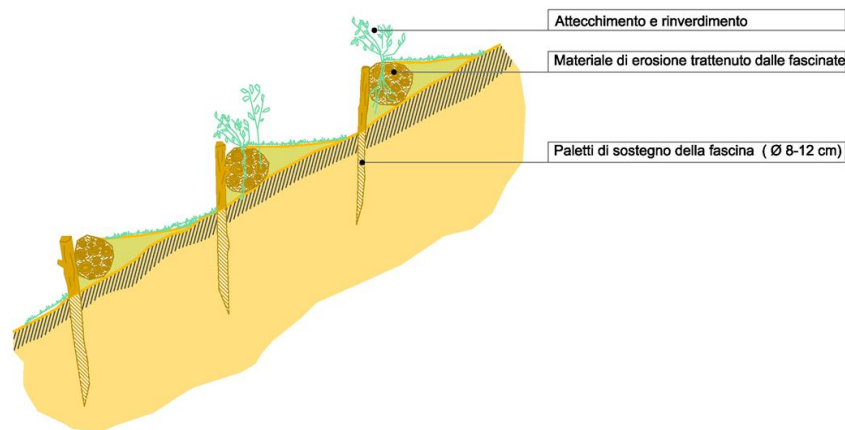
$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$



**IMPEDIRE L'EROSIONE
DELLE PARTICELLE SOLIDE
AD OPERA DI AGENTI
ESTERNI (VENTO, ACQUA,
GHIACCIO, ANIMALI E
PERSONE)**

DIFESA DALL'EROSIONE

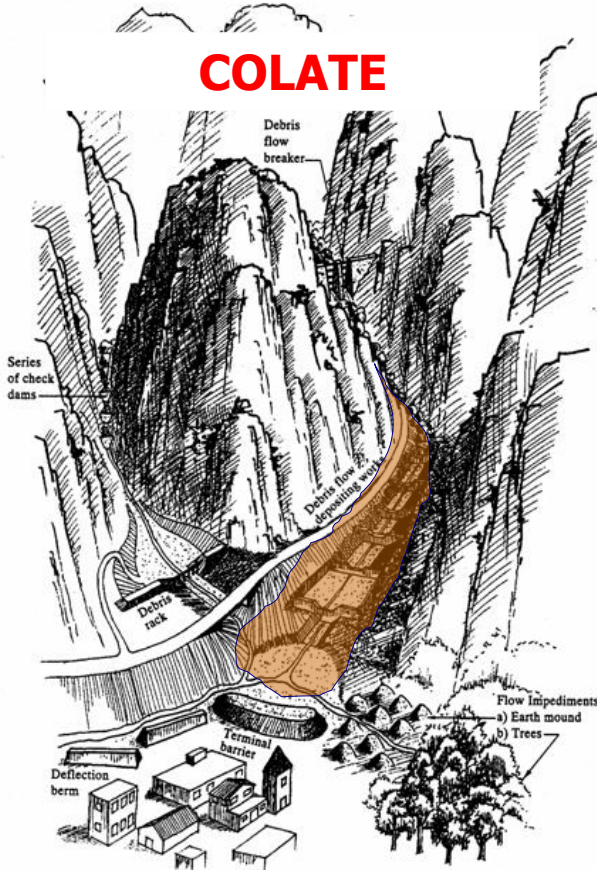
- **VEGETAZIONE** (**IDROSEMINA**, COPERTURA CON ZOLLE ERBOSE, PIANTUMAZIONI CON ARBUSTI E/O ALBERI)
- **FASCINATE, VIMINATE, PALIZZATE**
- **MATERASSINI IN FIBRE NATURALI**
- **GEOSINTETICI**
- **SOSTITUZIONE, COPERTURE DRENANTI**
- **SIGILLATURA DELLE FESSURE**
- **RIVESTIMENTO CON SPRITZ BETON O SIMILARI**



INTERVENTI DI PROTEZIONE

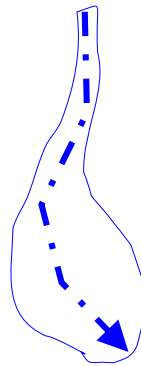
$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

COLATE



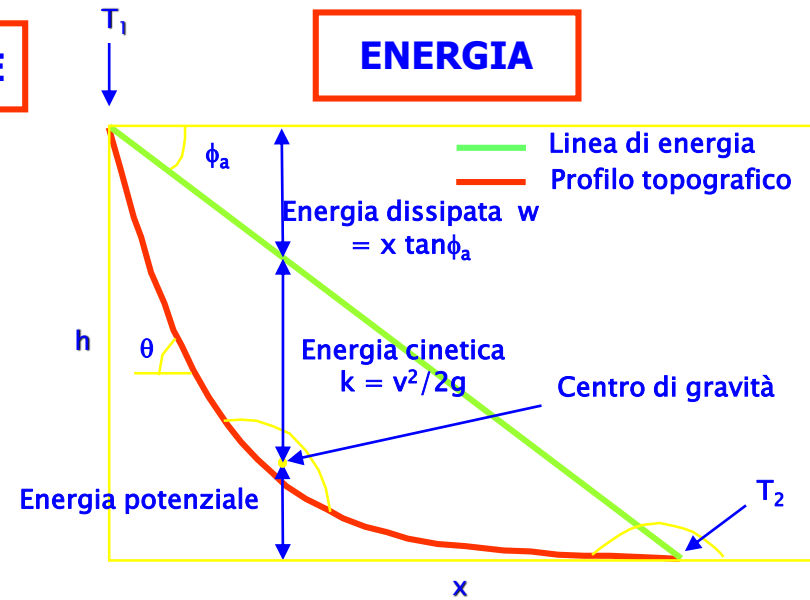
CONTROLLO DELLA DIREZIONE

DIREZIONE

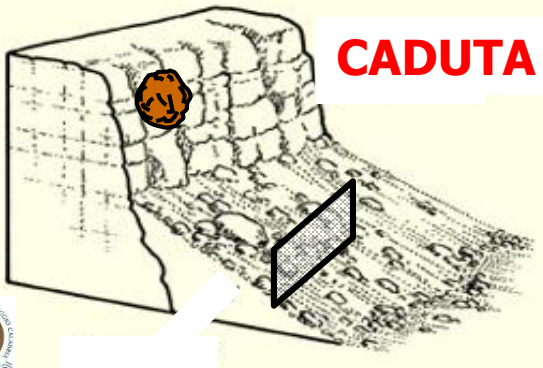


DISSIPAZIONE DELL'ENERGIA CINETICA

ENERGIA



CADUTA MASSI

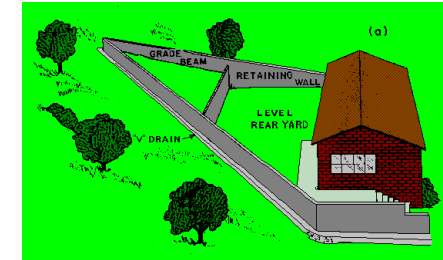
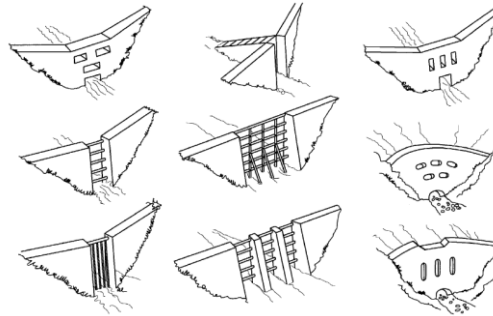


INTERVENTI DI PROTEZIONE - COLATE

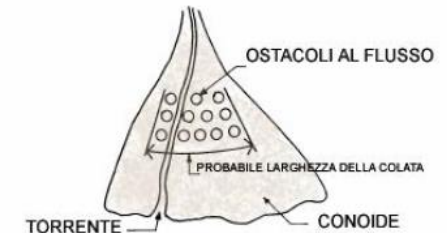
$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

**CONTROLLO
DELLA
DIREZIONE**

**OPERE DI DEVIAZIONE
BARRIERE LATERALI,
DEFLETTENTI**



VISTA DALL'ALTO



VISTA DI LATO



**DISSIPAZIONE
DELL'ENERGIA
CINETICA**

**OPERE DI DISSIPAZIONE
GRIGLIE E RETI PERMEABILI
OSTACOLI
BRIGLIE
BARRIERE FRONTALI
AREE DI DEPOSITO**



INTERVENTI DI PROTEZIONE – CADUTA MASSI

**GUIDARE LA
CADUTA DEI
MASSI**

**RETI A CORTINA
GALLERIE ARTIFICIALI**

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$



**DISSIPAZIONE
DELL'ENERGIA
CINETICA**

**VEGETAZIONE CON FUNZIONE DI BARRIERA
RILEVATI E VALLI PARAMASSI
BARRIERE PARAMASSI A RETE O RIGIDE
GALLERIE PARAMASSI**



SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO

TIPO DI MOVIMENTO



**CROLLO (FALL)
RIBALTAMENTO (TOPPLING)
SCORRIMENTO (SLIDE)
ESPANSIONE LATERALE (LATERAL SPREAD)
COLATA o FLUSSO (FLOW)
COMPLESSO**

TIPO DI MATERIALE



**ROCCIA (ROCKS)
TERRENO - DETRITO o TERRA (DEBRIS OR EARTH)**

**PROFONDITA' DEL
MOVIMENTO E
MAGNITUDO**



**SUPERFICIALE
POCO PROFONDO
MEDIAMENTE PROFONDO
PROFONDO
MOLTO PROFONDO**

**VELOCITA' DEL
MOVIMENTO**



**ESTREMAMENTE RAPIDO (5 m/s)
MOLTO RAPIDO (3 m/min)
RAPIDO (1,8 m/h)
MODERATO (13 m/mese)
LENTO (1,6 m/anno)
MOLTO LENTO (16 mm/anno)
ESTREMAMENTE LENTO (<16 mm/anno)**

SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO

**REGIME DELLE ACQUE
SOTTERRANEE**



**FALDE SUPERFICIALI
FALDE PROFONDE
SORGENTI**

**REGIME DELLE ACQUE
SUPERFICIALI**



**REGIME PLUVIOMETRICO
REGIME NIVOMETRICO
FENOMENI DI RUSCELLAMENTO
PRESENZA DI CORSI D'ACQUA
(RUSCELLI, TORRENTI, FIUMI)**

**TIPOLOGIA DI
INTERVENTO**



AFFIDABILITÀ
(in termini di progettazione, implementazione e di prestazione)
FATTIBILITÀ E GESTIBILITÀ
SICUREZZA DURANTE LA COSTRUZIONE
DURABILITÀ DELL'INTERVENTO

**ASPETTI SOCIO-
ECONOMICI E
AMBIENTALI**



ASPETTI SOCIO-ECONOMICI E AMBIENTALI

SOSTENIBILITA' ECONOMICA
(convenienza, costo della progettazione, della realizzazione e della manutenzione)
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE E RESILIENZA
(in termini di emissioni di CO₂ in atmosfera e di impatto paesaggistico e ambientale)

INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE

RIDUZIONE DEL NUMERO E/O DEL VALORE DEGLI ELEMENTI ESPOSTI AL RISCHIO

$$R = P D = P E V$$

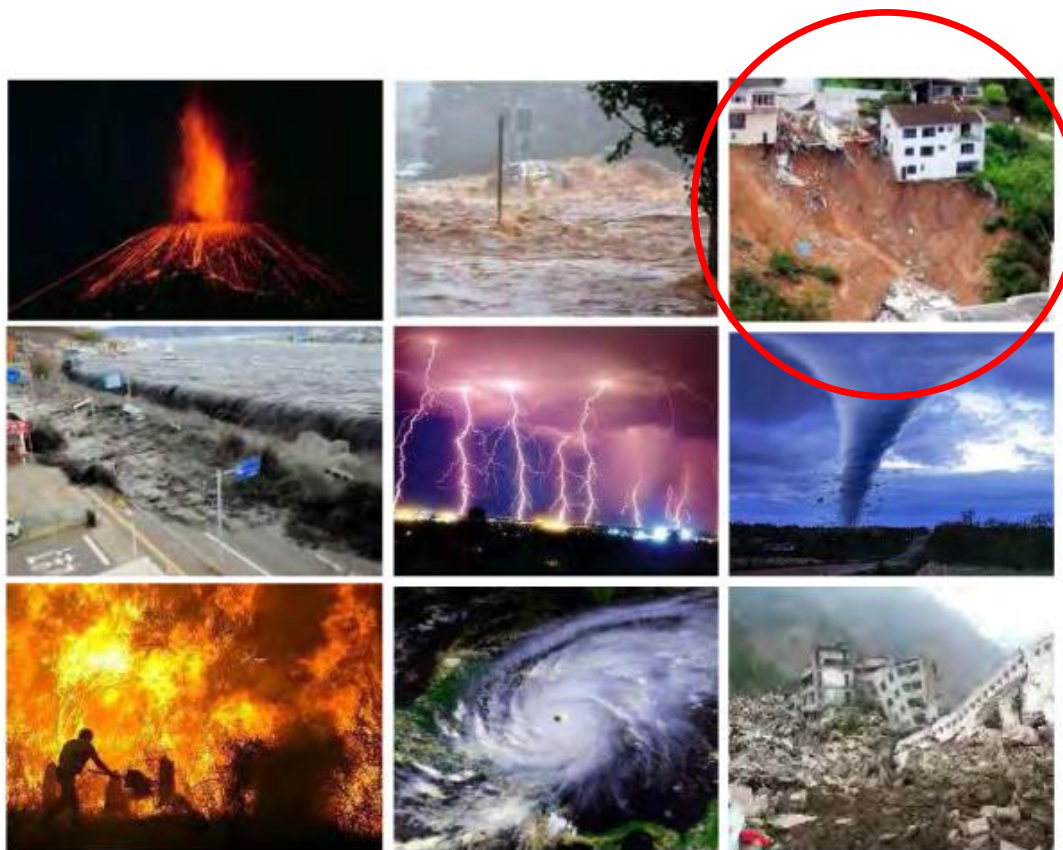
$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

- **RICONVERSIONE DI INSEDIAMENTI ESISTENTI IN USI COMPATIBILI CON IL LIVELLO DI RISCHIO ESISTENTE;**
- **RIDUZIONE DEL VALORE SPECIFICO DI UN BENE LIMITANDONE GLI USI CONSENTITI.** Per esempio, introducendo l'obbligo di dare pubblicità della pericolosità dell'area nelle trattative immobiliari, anche se in tal modo si riduce il valore commerciale del bene e non necessariamente l'esposizione;
- **MONITORAGGIO, SISTEMI DI ALLERTA E PIANI DI EMERGENZA** che **individuano e gestiscono le fasi parossistiche delle frane allertando e delocalizzando temporaneamente la popolazione;**
- **DELOCALIZZAZIONE PERMANENTE** in aree idonee degli elementi esposti al rischio;
- **PIANIFICAZIONE VIRTUOSA DI LUNGO TERMINE** che **limita l'urbanizzazione di aree con determinati livelli di pericolo**, anche attraverso un sistema di incentivi e disincentivi, campagne di sensibilizzazione e coperture assicurative obbligatorie con premi commisurati al livello di pericolosità dell'area.

INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE

SISTEMI DI ALLERTA PER IL RISCHIO DA FRANA (LEWS)

Insieme di processi necessari per generare e **diffondere tempestivamente informazioni di allertamento corrette alla popolazione, alla comunità e alle organizzazioni esposte al fine di consentire loro di agire in modo appropriato e in tempo utile** in aree caratterizzate da un livello di pericolosità da frana intollerabile.



SISTEMA DI ALLERTA E PERCEZIONE DEL RISCHIO

PERCEZIONE DEL RISCHIO

Strategie di comunicazione e educazione al rischio

Coinvolgimento della comunità (**resilienza della comunità a rischio**)

Piano di emergenza (**resilienza della comunità a rischio**)

SISTEMA DI ALLERTA

DIFFUSIONE
DELL'ALLERTA

COMUNICAZIONE E
EDUCAZIONE

COINVOLGIMENTO DELLA
COMUNITÀ

PIANO DI
EMERGENZA

MODELLO DI ALLERTA

CRITERI DI
ALLERTA

EVENTO DI
ALLERTA

MODELLO DI FRANA

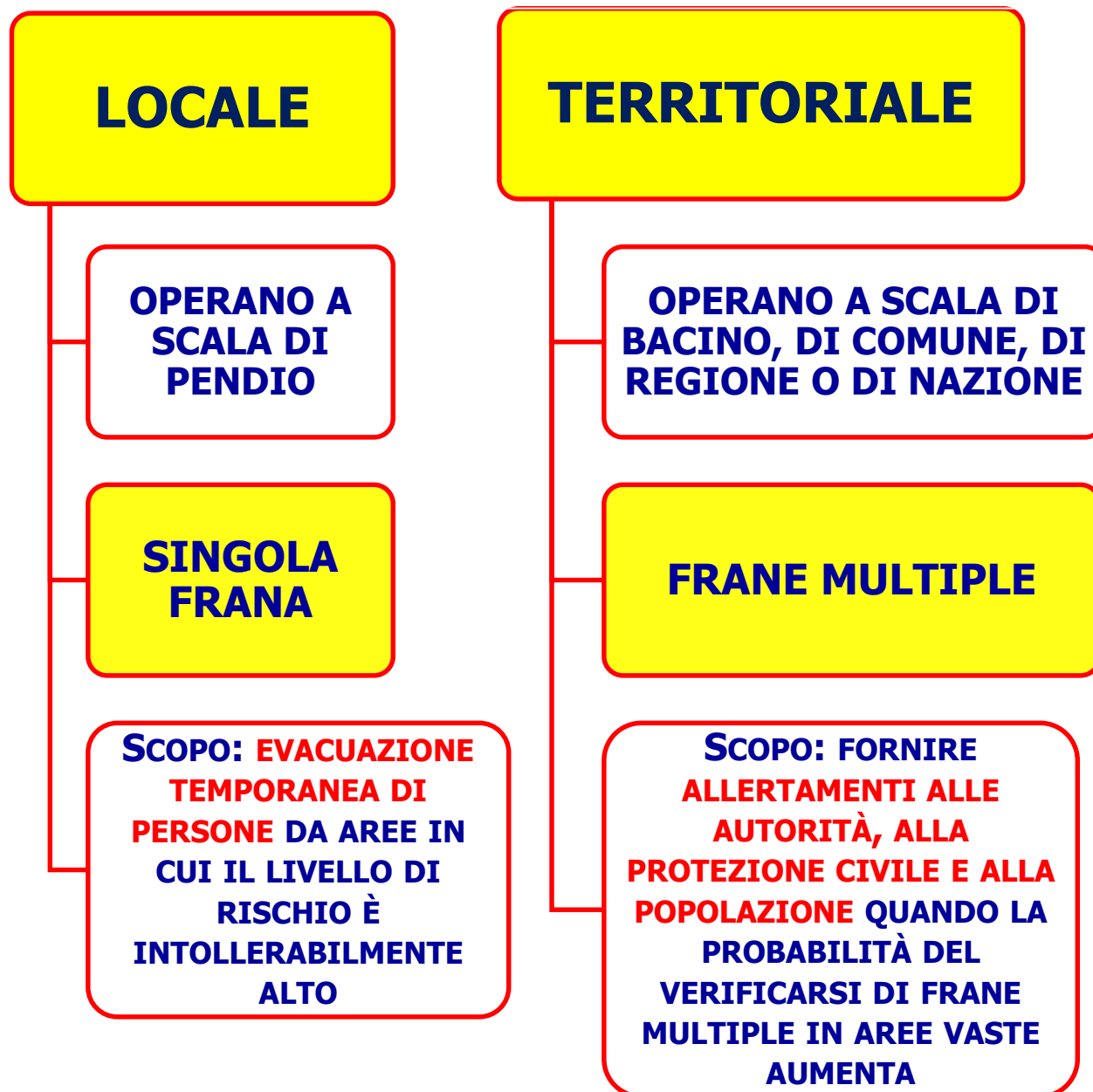
CONDIZIONI
METEOROLOGICHE

MONITORAGGIO

EVENTO DI
FRANA

GEOCARATTERIZZAZIONE

SCALE DEI SISTEMI DI ALLERTA PER IL RISCHIO DA FRANA



MONITORAGGIO DELLE FRANE FINALIZZATO ALL'ALLERTA

 SCELTA FUNZIONE DI	CARATTERISTICHE DELLA FRANA	TIPO DI FRANA E DI MATERIALE
		FASE DI ATTIVITÀ
		VELOCITÀ
		VOLUME
	CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE	FACILITÀ IMPLEMENTAZIONE
		ROBUSTEZZA
		PRECISIONE E ACCURATEZZA
		COSTI (INSTALLAZIONE, MANTENIMENTO, LETTURE, RIPARAZIONE)
	SCALA OPERATIVA	LOCALE
		TERRITORIALE

MONITORAGGIO DELLE FRANE FINALIZZATO ALL'ALLERTAMENTO

**PARAMETRI
CLIMATICI**



**PIOGGIA
TEMPERATURA E UMITÀ
VENTO
NEVE**

ACQUE SOTTERRANEE



**PRESSIONI INTERSTIZIALI
SUZIONI
CONTENUTO D'ACQUA DEL TERRENO
QUALITÀ DELL'ACQUA**

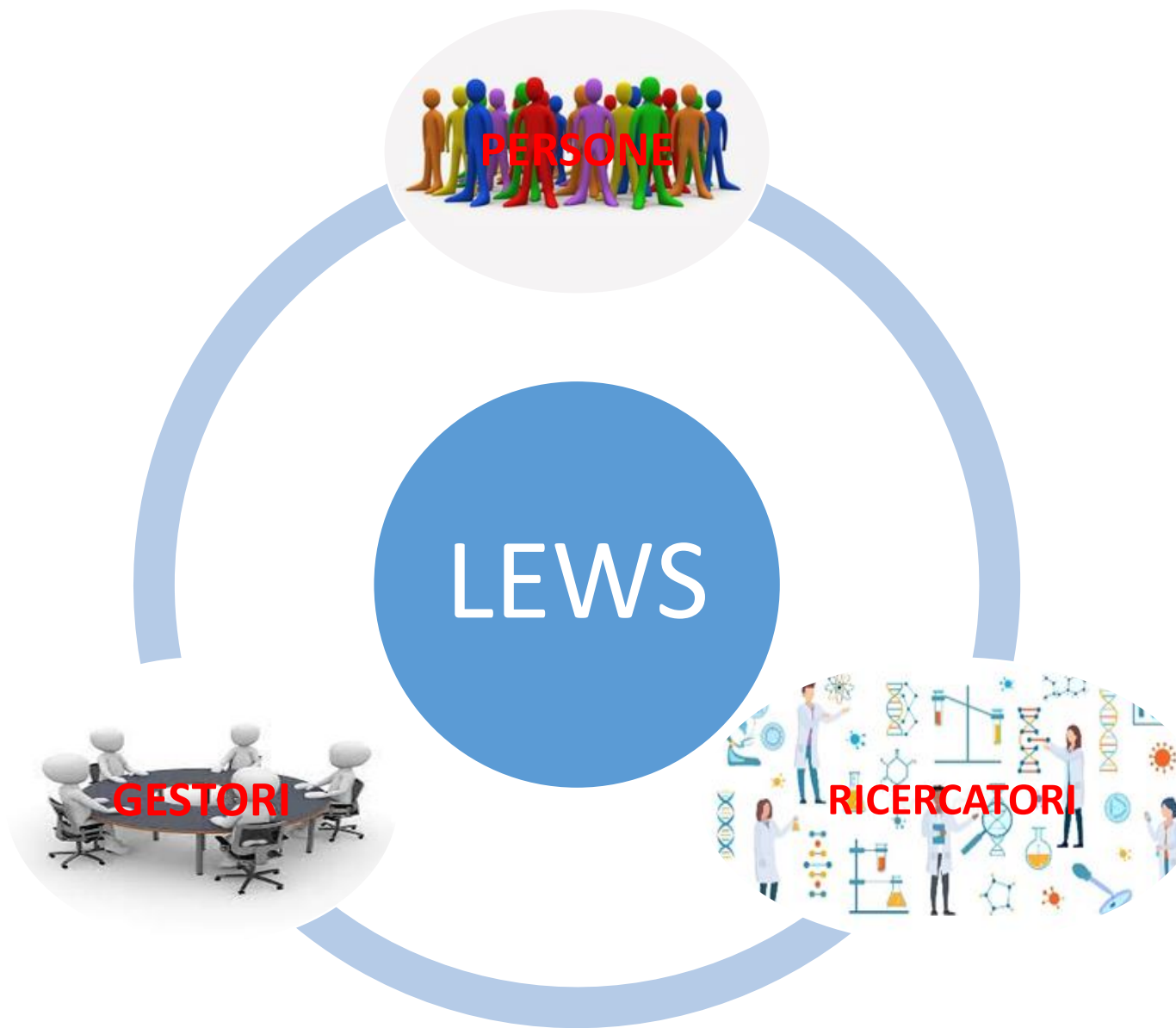
TERRENO/ROCCIA



**SPOSTAMENTI SUPERFICIALI
SPOSTAMENTI PROFONDI
DEFORMAZIONI
SPOSTAMENTI TRA LE DUE FACCE DELLE FRATTURE
MICROSISMICITÀ
EMISSIONI ACUSTICHE**

**LA DETTAGLIATA CONOSCENZA DEL FENOMENO È
FONDAMENTALE PER IL CORRETTO POSIZIONAMENTO
DELLA STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO**

ATTORI DEI SISTEMI DI ALLERTA PER IL RISCHIO DA FRANA



RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ

$$P_{(LOL)} = P_{(L)} \times P_{(T:L)} \times P_{(S:T)} \times V_{(D:T)}$$

INTERVENTI CHE INCREMENTANO LA RESISTENZA STRUTTURALE

- **elementi singoli** che possono subire impatti puntuali o essere investiti da colate **UTILIZZABILI SOLO IN PRESENZA DI FRANE DI LIMITATA MAGNITUDO**,
- **elementi ubicati all'interno del corpo** di frane a cinematica lenta,
- **elementi che attraversano o sono ubicati in prossimità del perimetro del corpo di frana**;

LADDOVE GLI SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI SONO INGENTI RISULTA IN GENERE POCO PRATICABILE REALIZZARE INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ!

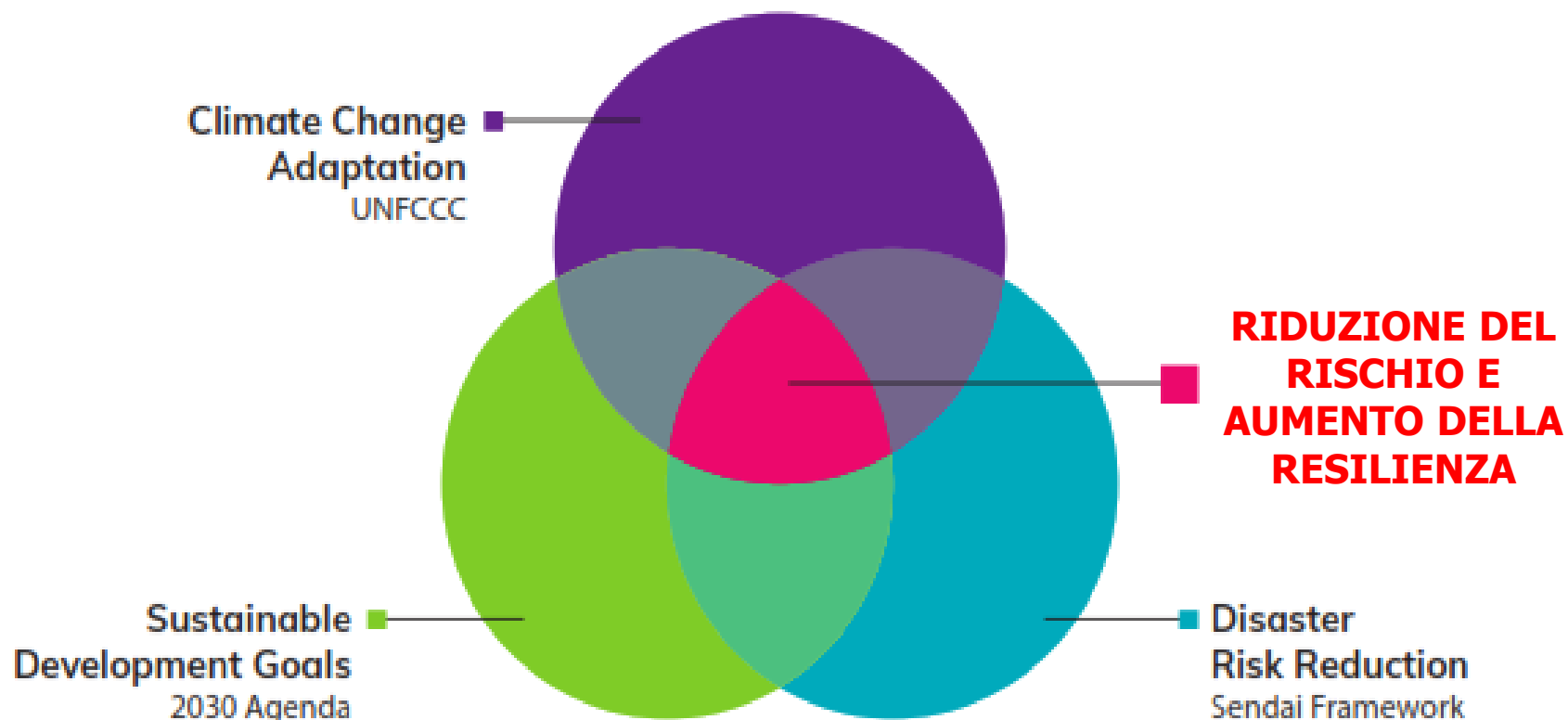
INTERVENTI CHE INCREMENTANO LA TOLLERANZA AGLI SPOSTAMENTI ED ALLE DEFORMAZIONI

PER FRANE A CINEMATICA LENTA:

- **travi di collegamento tra plinti di fondazione**;
- **fondazioni su solettoni continui**;
- **fondazioni su pali**, dimensionati per tenere conto di movimenti e sollecitazioni trasversali del terreno e non solo dei carichi imposti dalle sovrastrutture;
- **fondazioni a “pozzo”**, immorsate oltre la superficie di base del movimento e dimensionate per tenere conto di movimenti e sollecitazioni trasversali del terreno e non solo dei carichi imposti dalle sovrastrutture.

Per ridurre la vulnerabilità di INFRASTRUTTURE A RETE una possibile strategia è quella di AUMENTARE LA RIDONDANZA DEL SISTEMA.

STRATEGIA DI MITIGAZIONE EFFICACE





Grazie per l'attenzione

