



# L'ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE

in collaborazione con



IDROGEO



**CREDITI APC**

organizza il **CONVEGNO CONGIUNTO** in

**OPERE GEOTECNICHE E MATERIALI GEOSINTETICI  
NEL CONTRASTO ALL'EROSIONE COSTIERA, FLUVIALE E DI VERSANTE**

1 INSTABILITA' DI  
VERSANTE

2 SISTEMI PER IL  
CONSOLIDAMENTO

3 SOLUZIONI CON  
RETI AD ALTE  
PERFORMANCE

4 SOFTWARE DI  
DIMENSIONAMENTO  
DEGLI INTERVENTI

# 1/4 INSTABILITA' DI VERSANTE



## Fattori che influenzano le instabilità:

Precipitazioni e aumento della pressione interstiziale

Azione sismica

Cicli di gelo/disgelo

Attività antropica

...



Questi fattori sono difficilmente prevedibili. Spesso sono cause concomitanti. Per la stabilizzazione del pendio è necessario selezionare la giusta soluzione per il consolidamento.

## Sicilia 2019 Cedimento della sede stradale



## Genova 2022 Frana di crollo in centro abitato



**2/4**

# **SISTEMI PER IL CONSOLIDAMENTO**



# TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTO

In accordo con la norma **UNI EN 14490:2010**

Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Chiodature del terreno (soil nailing)

Hard facing



Flexible facing



Soft facing

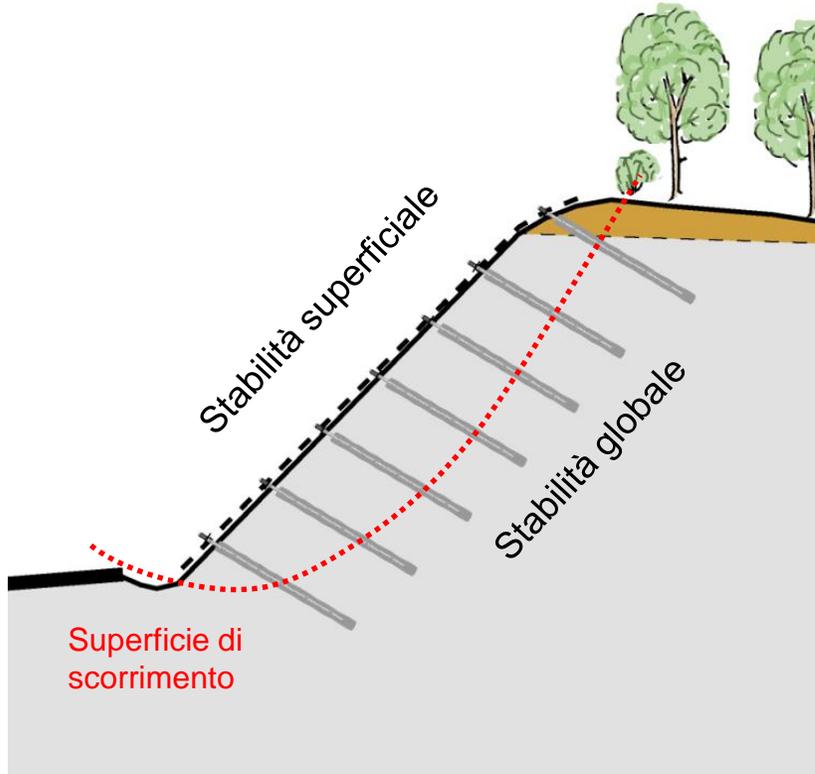




## Aspetti positivi

- Possibilità di rinverdire
- Basso impatto visivo
- Basso impatto ambientale (CO2)
- Installazione veloce e facile
- Resistenza all'azione sismica
- Si applica su qualsiasi tipo di terreno

Schema generale di un sistema di consolidamento con rete e ancoraggi.



- Il sistema ha la funzione di contenere la porzione di suolo instabile.
- La rete evita la perdita di materiale superficiale che si può staccare dal versante.
- L'ancoraggio intercetta le superfici di scivolamento impedendo l'innescio del movimento franoso.

# CONCETTO BASE DEI FLEXIBLE FACING

Pretensionamento dell'ancoraggio sulla rete in acciaio ad alta resistenza.

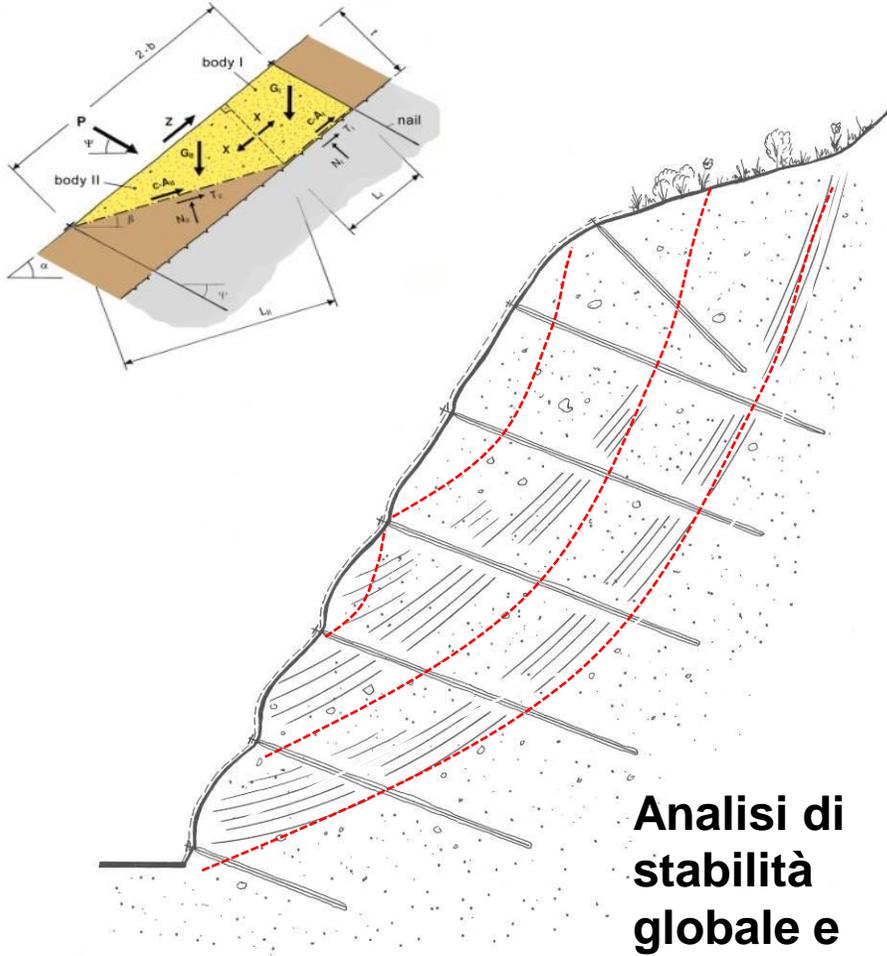


- Le deformazioni del versante sono minimizzate grazie all'azione contenitiva della rete.
- La reazione efficace della rete SOLO per un comportamento uniforme dato dalla omogeneità dei materiali utilizzati
- Contributo alla stabilità globale del versante.

**3/4**

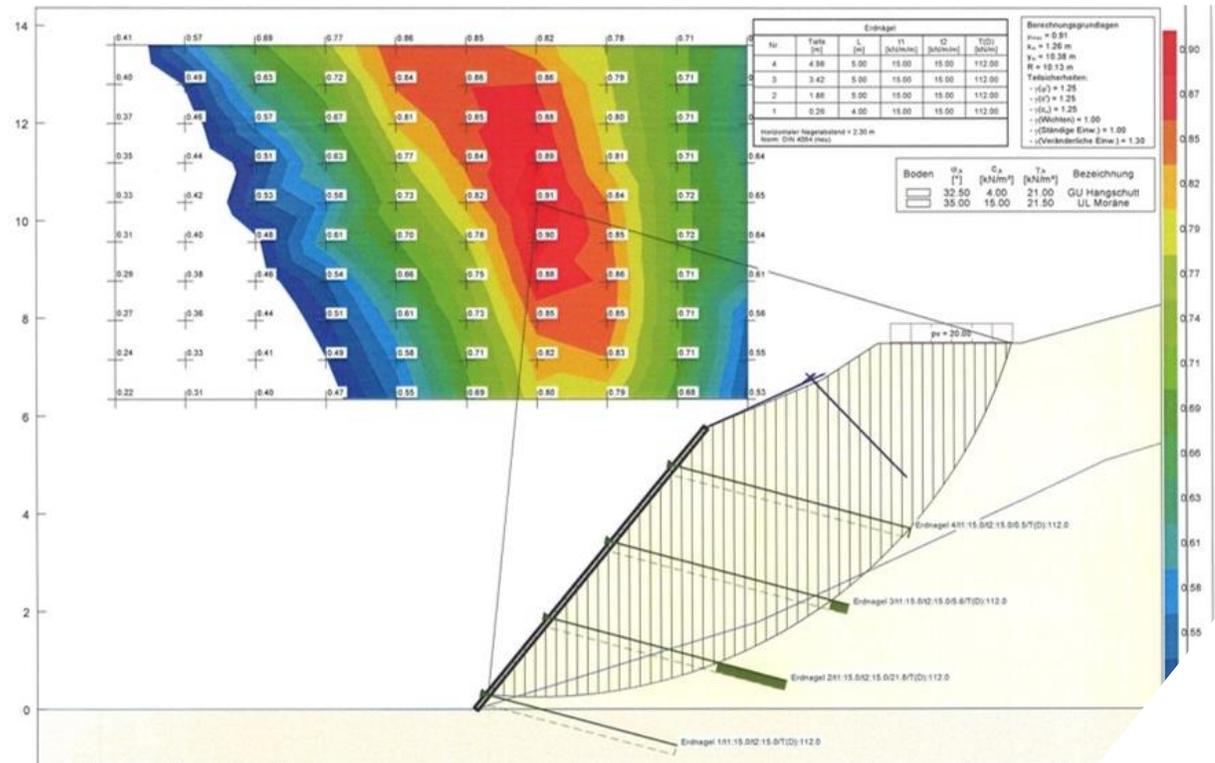
**SOLUZIONI CON RETI  
AD ALTE PERFORMANCES**



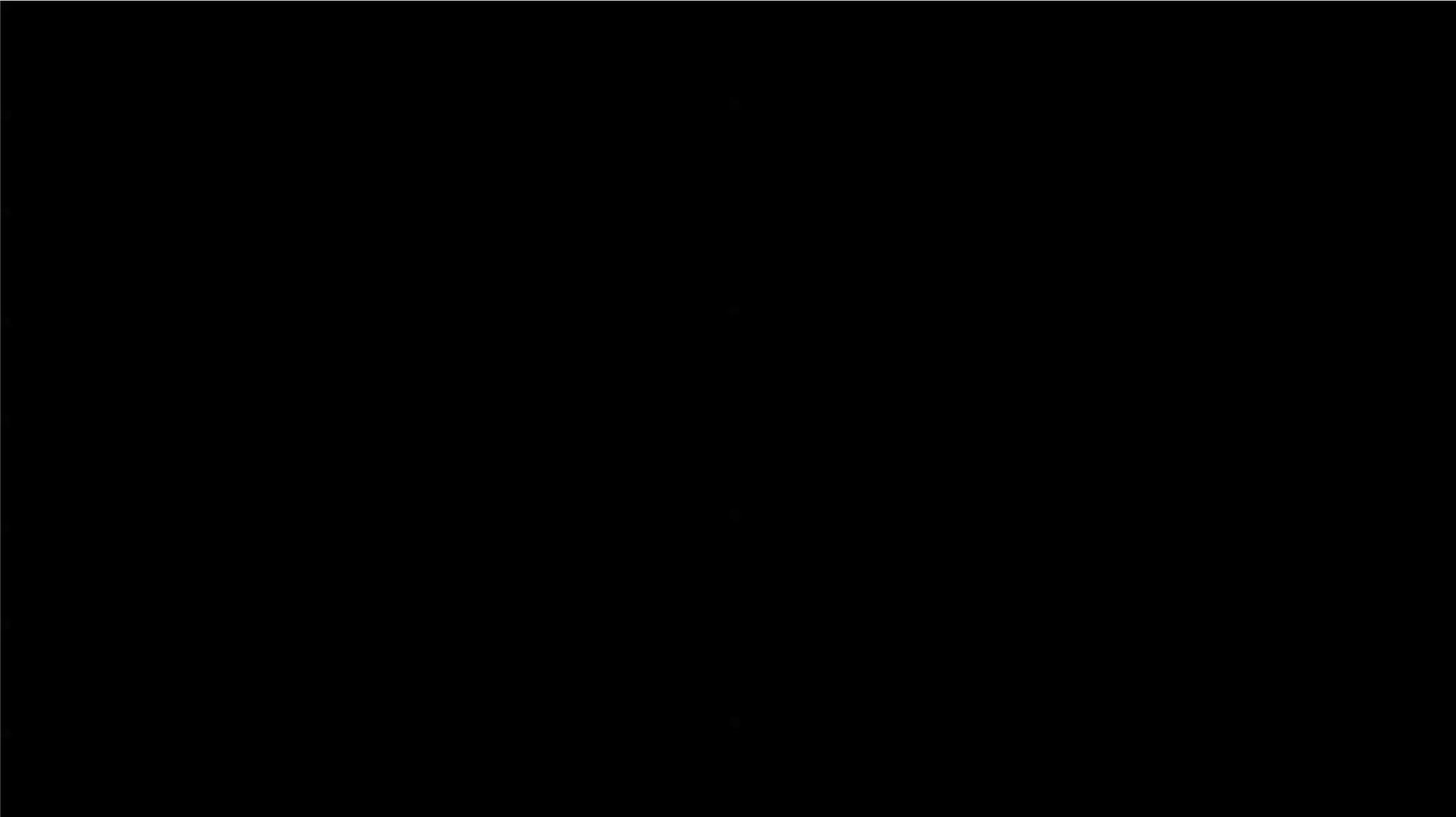


**Analisi di  
stabilità  
globale e  
superficiale**

## VERIFICA DELLA STABILITA' GLOBALE



# TEST IN VERA GRANDEZZA



# LO SVILUPPO DEL SISTEMA

Come è stato sviluppato?



Test del Sistema

→ Elementi ottimizzati

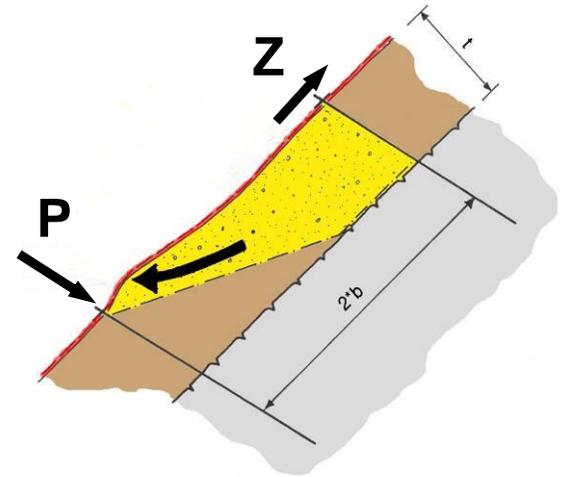
→ 1:1 test in vera grandezza

## Verifica di instabilità locali tra gli ancoraggi:

- Verifica della rete al punzonamento da parte della piastra (P)
- Verifica della rete alla trasmissione della forza (Z)

## Valori di resistenza che devono essere noti

- $P_R$  = resistenza della rete a punzonamento da parte della piastra (margine superiore)
- $Z_R$  = resistenza della rete alla trazione parallelamente al versante (condizioni attritive)



Tre componenti principali con classe di resistenza dell'acciaio di 1770 N/mm<sup>2</sup>

## 1 Tre modelli di rete

- TECCO® G45/2
- TECCO® G65/3
- TECCO® G65/4



## 2 Piastre di ripartizione

- P25/34
- P33/50 o P33/50
- P66/50

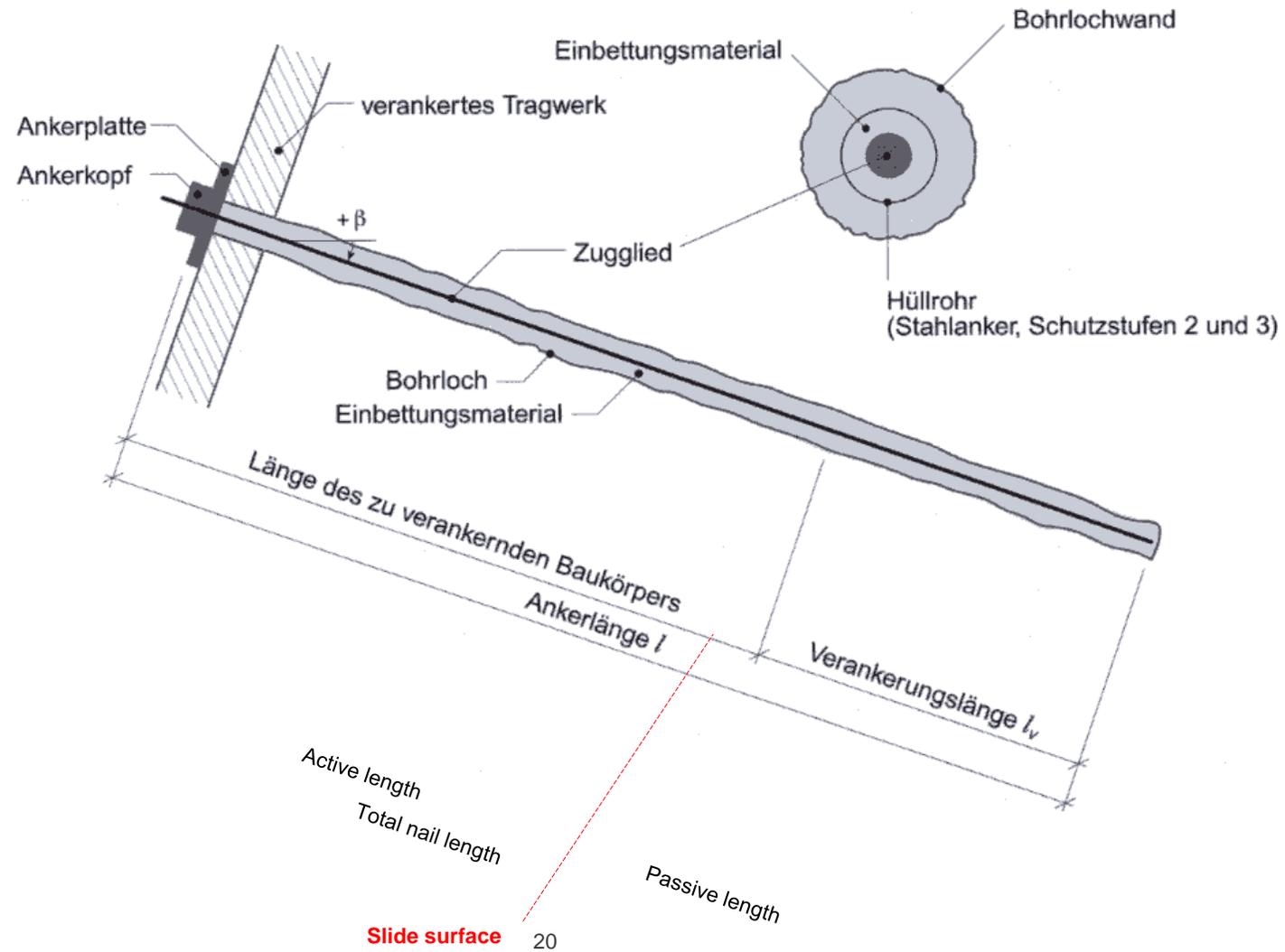


## 3 Ancoraggi commerciali



# ANCORAGGI

Barre d'acciaio filettate (piene o cave) in fori per il rinforzo di terreni e rocce.

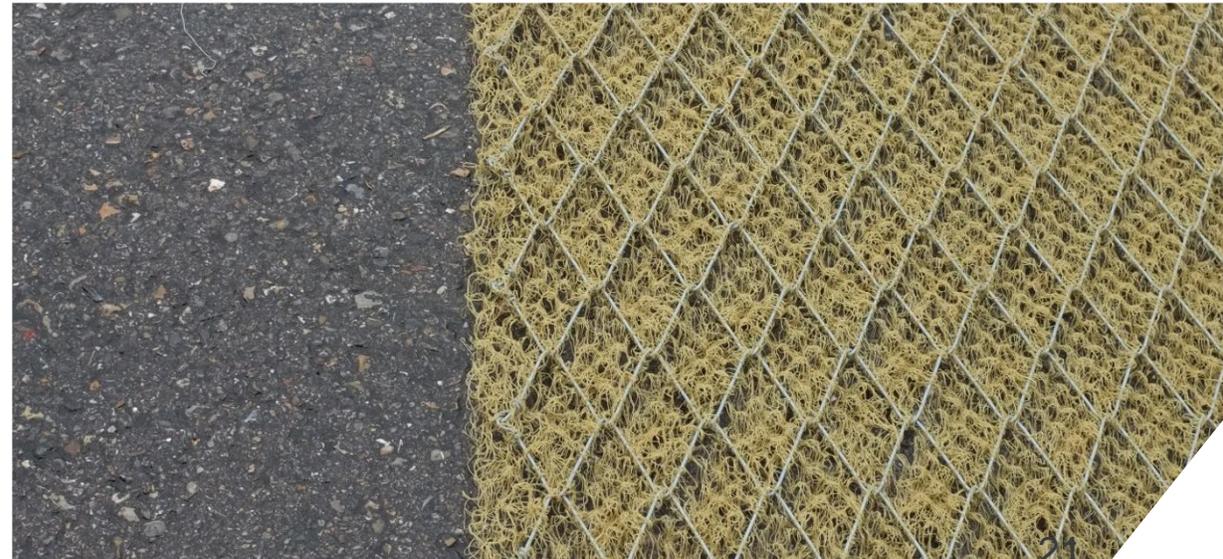




Rete con abbinata una geostuoia in polipropilene estrusa in fase di produzione

La geostuoia previene l'erosione per dilavamento dalle piogge (effetto splash) e l'asportazione di materiale fine al di sotto della rete (micro-corrivazione)

04/08/2023



# ALTRE TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTO

... favorendo lo sviluppo vegetazionale - Località Santa Vittoria (FM)



04/08/2023

22

# Recenti interventi nella Regione Marche

## Fermo



# Recenti interventi nella Regione Marche

## Monte Rinaldo



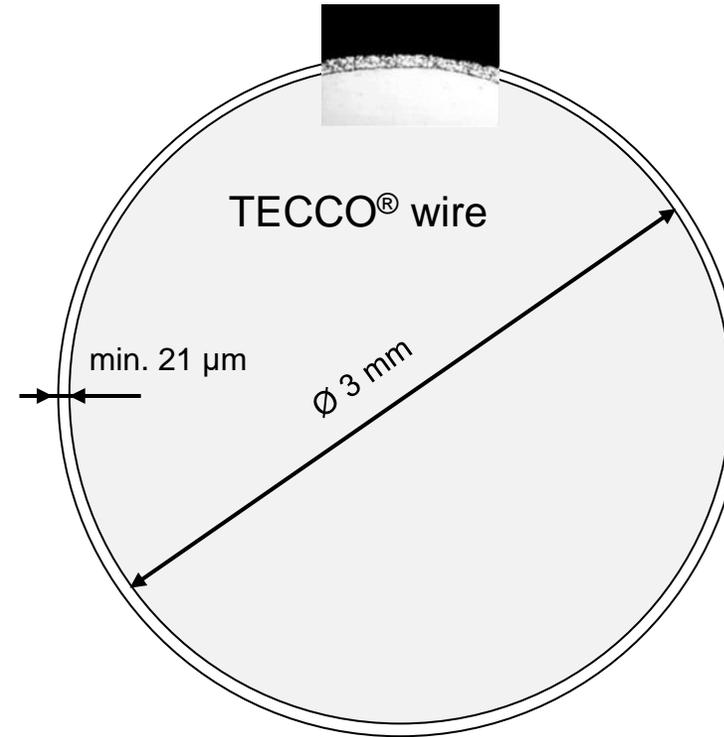
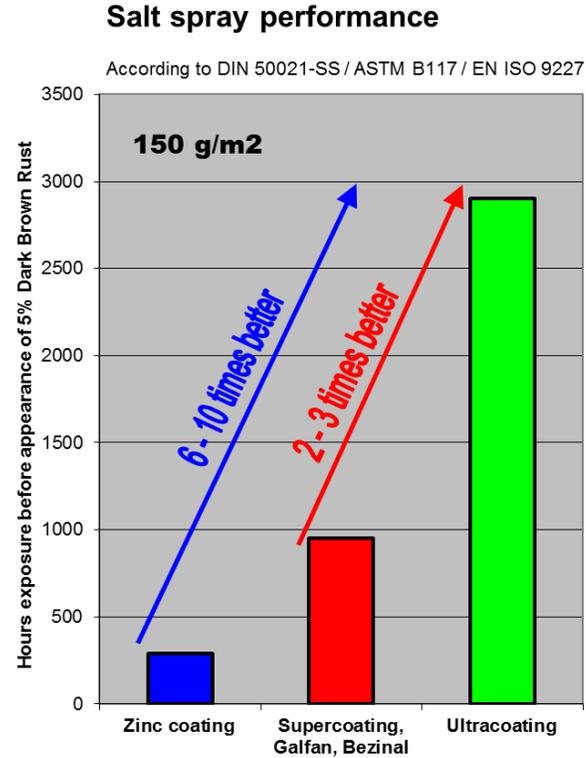
# Il più esteso intervento di consolidamento in aree di pregio

## Riomaggiore – Sentiero Via dell'Amore



# PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

## SUPERCOATING® E ULTRACOATING®



SUPERCOATING®

= 95% Zn + 5% Al

ULTRACOATING®

= 94.5 % Zn + 5% Al + 0.5% additivo speciale

# AZIONE CORROSIVA DELLA SALSEDINE

La norma EN ISO 9223 stabilisce delle categorie in cui ricadono gli ambienti dal punto di vista della corrosività

Corrosion Class  
Impact

C1  
Very low

C2  
Low

C3  
Medium

C4  
High

C5  
Very high  
(Industrial)

C5-M  
Very high  
(Marine)



Blygold Coating Formula

Country side

Urban & small industrial

Heavy industrial

Coastal & offshore



Nelle zone costiere la protezione offerta dal rivestimento polimerico non sono efficaci a causa della loro durata estremamente limitata:

- Acciaio e PVC: si dilatano e si contraggono a velocità diverse al variare della temperatura
- Funi d'acciaio: un diametro minore del filo significa una protezione anticorrosiva

04/08/2023

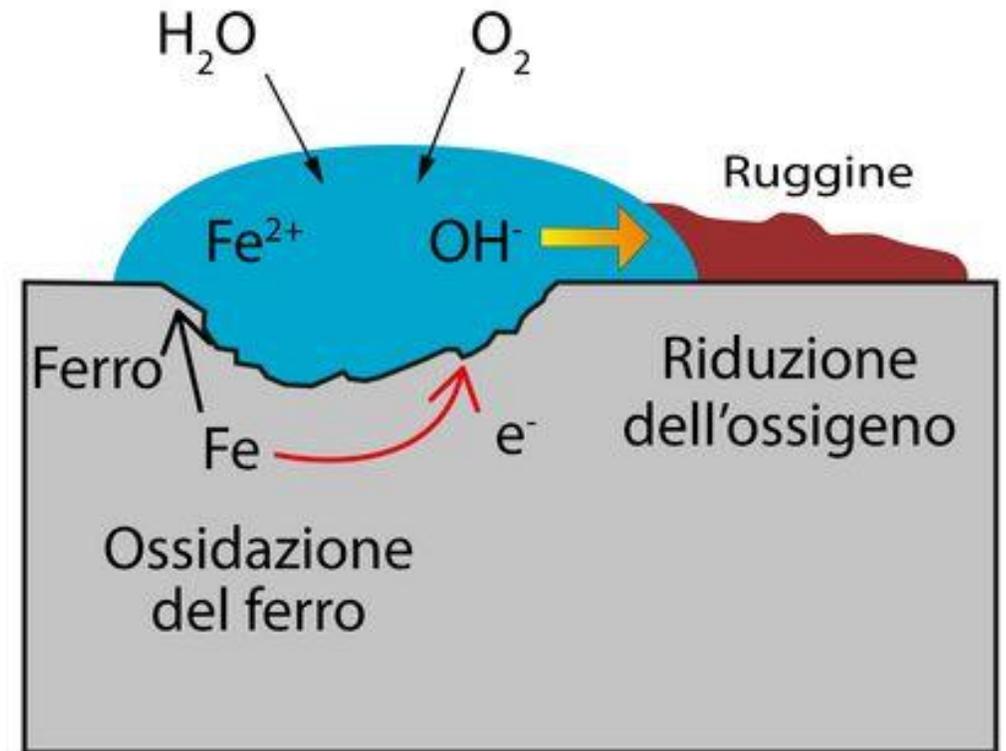
minore



Classe di resistenza all'acqua di mare 1.4462 (AISI 318)

# PRESTARE ATTENZIONE

Evitare il contatto tra **acciaio inox** e **acciaio non inox**

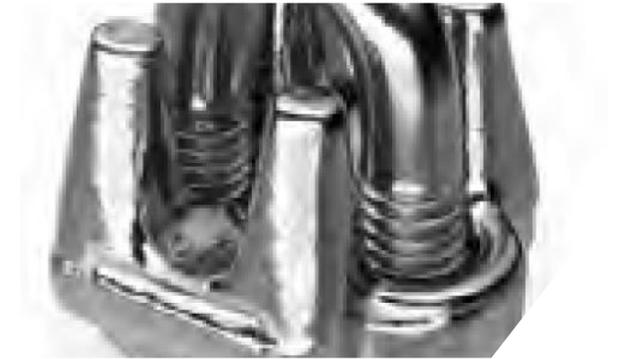


# COMPONENTI IN ACCIAIO INOX

Parti del Sistema TECCO® disponibili in acciaio inox

Fune metallica da 12 mm  
Morsetto NG12  
Piastra tipo P33/40 N  
Clip Type 1  
Clip Type 2

Tutti i pezzi sono in qualità 1.4401 (AISI 316).  
Piastra disponibile in qualità 1.4404 (AISI 316L).



**4/4  
SOFTWARE DI  
DIMENSIONAMENTO  
DEGLI INTERVENTI**

Salva	Carica	Genera PDF	Unità ▾	Downloads ▾	VERSIONE 1.1	IT ▾
-------	--------	------------	---------	-------------	--------------	------

Progetto No.	12345	Progetto Nome	Civitanova Marche	Data, Autore	2023-07-14, GUG
--------------	-------	---------------	-------------------	--------------	-----------------

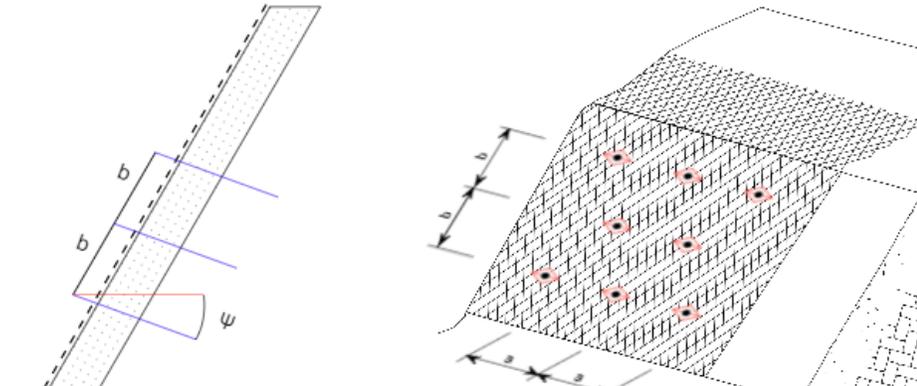
  

Carichi	Valori di default	Fattori di sicurezza	Tipi di barra	Elementi del sistema	Controllo sicurezza di carico	Durata di vita
---------	-------------------	----------------------	---------------	----------------------	-------------------------------	----------------

**Sezione:** Vista disposizione ancoraggi:

Spessore strato  $t = 1.00$  m    Inclinazione della barra  $\psi = 20.0$  gradi



Inclinazione del versante  $\alpha = 60.0$  gradi

Angolo di attrito del suolo (valore caratteristico)  $\Phi_k = 32.0$  gradi

Peso specifico (valore caratteristico)  $\gamma_k = 20.0$  kN/m<sup>3</sup>

**Tipo di rete e di piastra di ripartizione**

TECCO G65/3 + P33

**Relativamente al fissaggio con barre**

Variation a = b

Distanza orizzontale barre a = 2.70 m

Distanza barre nella direzione del versante b = 2.70 m

GEWI D = 28 mm

considerando la corrosione

**Valori di dimensionamento**

$\Phi_d = 26.6$  gradi

$c_d = 0.0$  kN/m<sup>2</sup>

$\gamma_d = 20.0$  kN/m<sup>3</sup>

**Controllo:**

Controlli della rete OK (0.73)

Controlli delle barre OK (0.94)

Info progetto

Input progetto

Input geometria

Input geotecnica

Scelta soluzione

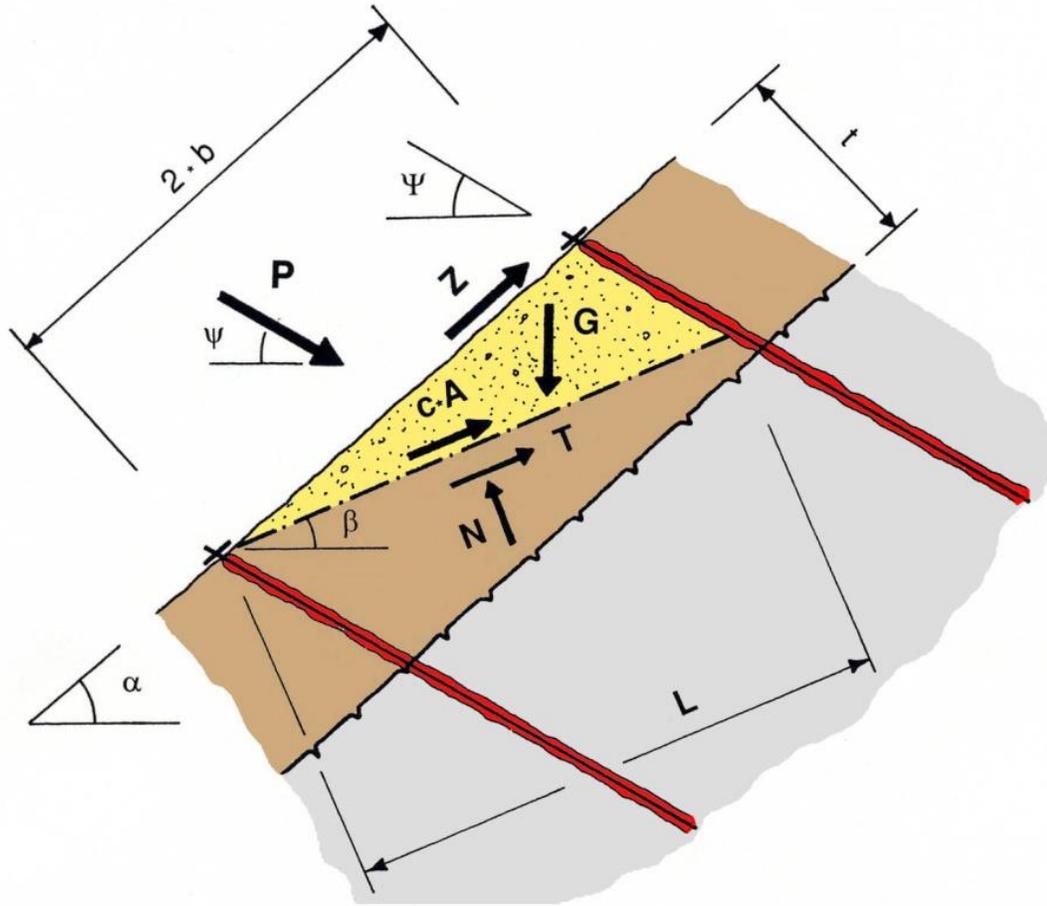
Output interasse

Output ancoraggio

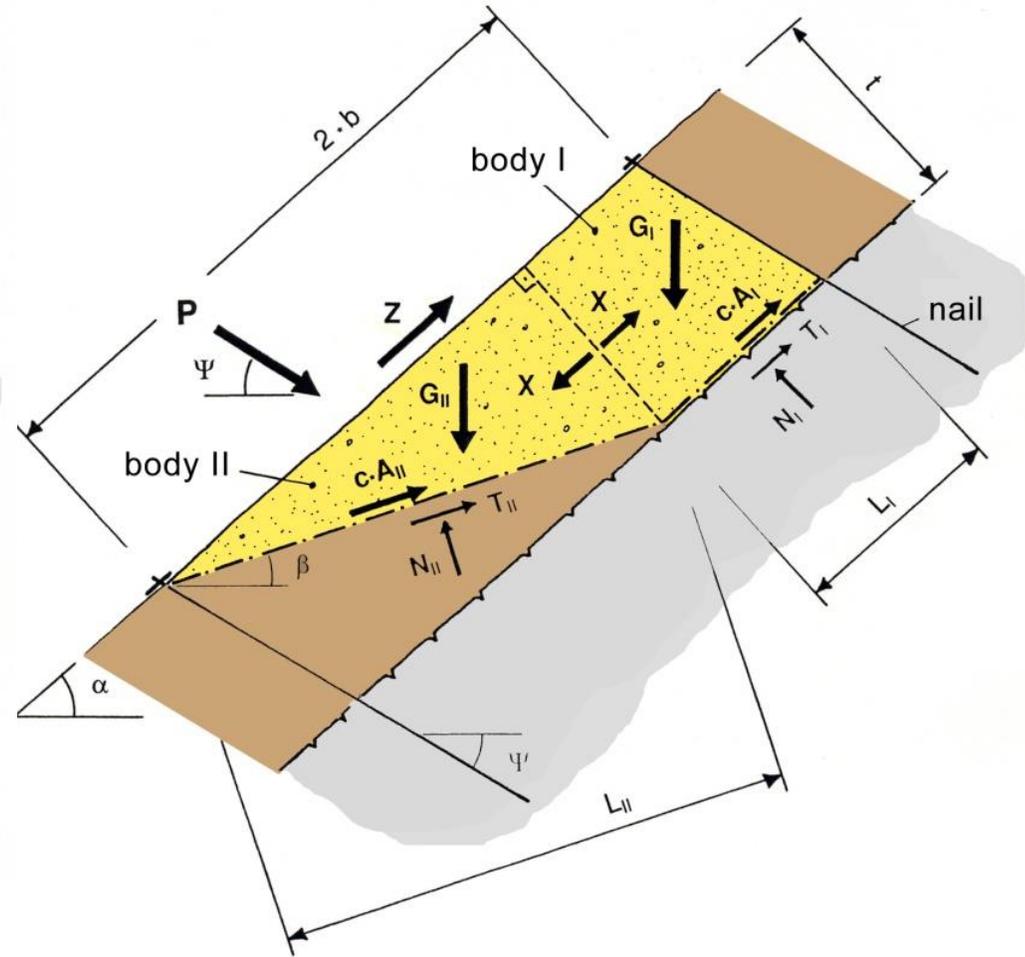
Controllo parametri

Controllo verifica

# DIMENSIONAMENTO - PRINCIPI



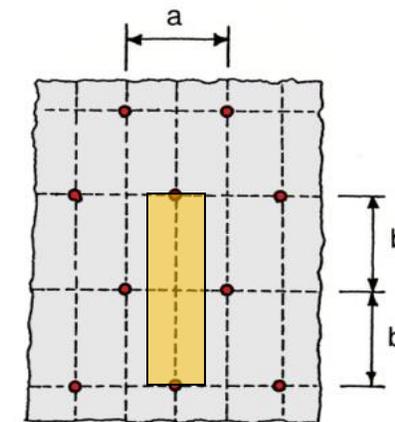
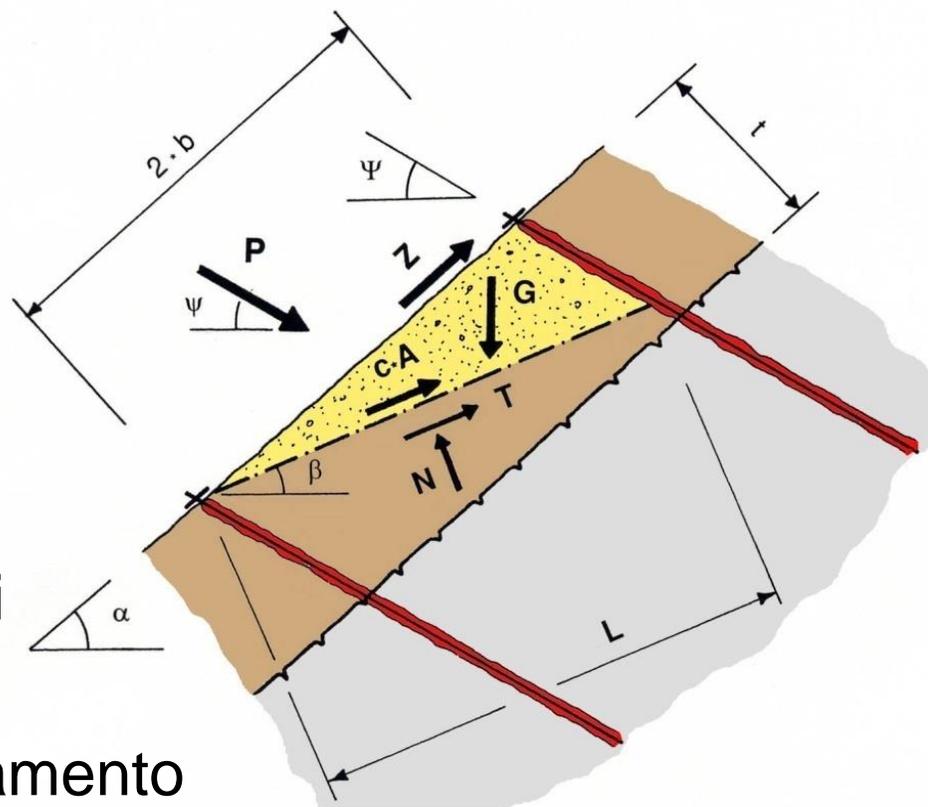
Modello con singolo concio



Modello con due concii

# DIMENSIONAMENTO - PRINCIPI

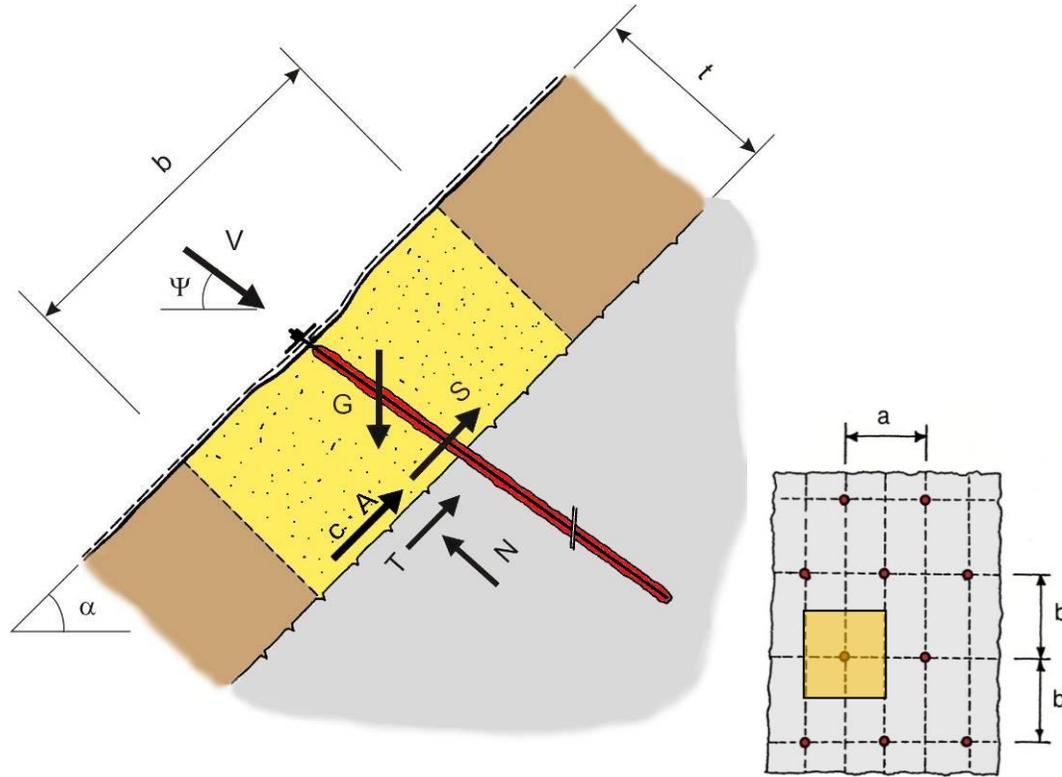
- Z = forza parallela al pendio
- P = forza stabilizzante
- G = peso proprio
- c·A = coesione
- T, N = forze resistenti
- $\alpha$  = inclinazione del versante
- $\beta$  = inclinazione della superficie di scorrimento
- L = lunghezza del piano di scivolamento
- $\gamma_{mod}$  = fattore di incertezza del modello



$$P \text{ [kN]} = \frac{G \cdot [\gamma_{mod} \cdot \sin \beta - \cos \beta \cdot \tan \varphi] - Z \cdot [\gamma_{mod} \cdot \cos (\alpha - \beta) - \sin (\alpha - \beta) \cdot \tan \varphi] - c \cdot A}{\gamma_{mod} \cdot \cos (\beta + \Psi) + \sin (\beta + \Psi) \cdot \tan \varphi}$$

# DIMENSIONAMENTO - PRINCIPI

- G = peso proprio
- S = azione di taglio
- V = pretensionamento
- c·A= coesione
- T, N = azioni di reazione
- $\alpha$  = inclinazione del pendio
- $\gamma_{\text{mod}}$  = fattore di incertezza del modello

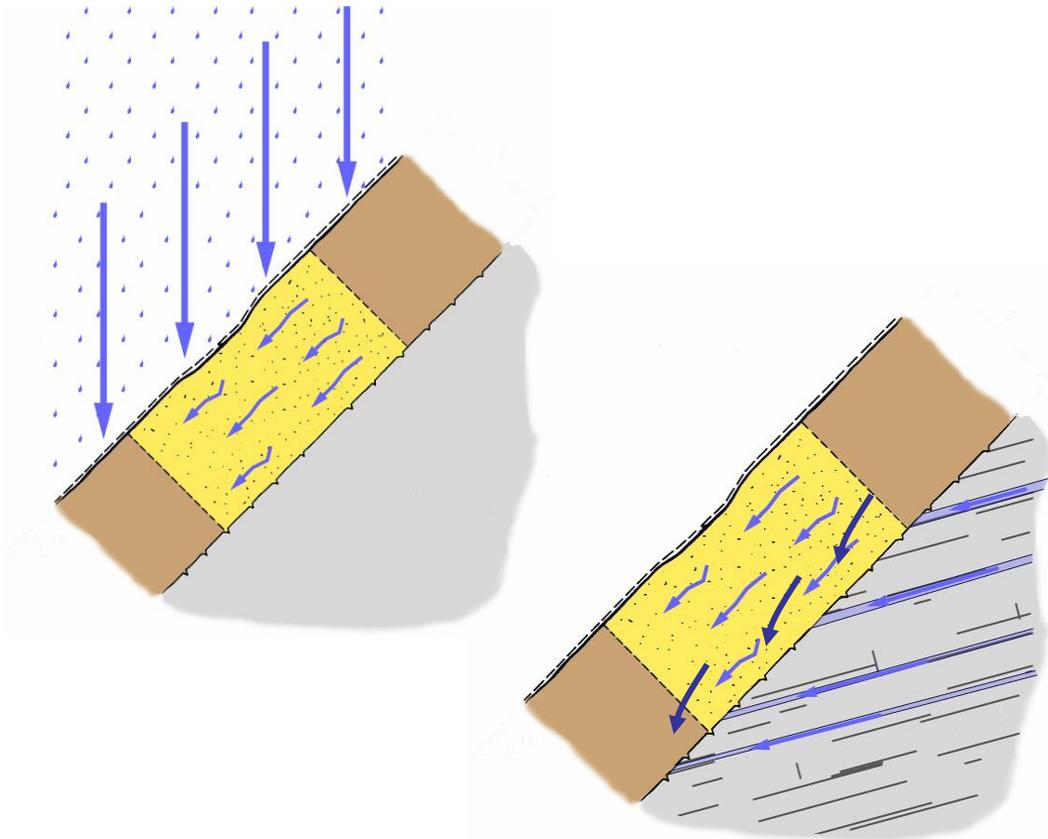


$$S \text{ [kN]} = G \cdot \sin\alpha - V \cdot \cos(\Psi+\alpha) - \frac{c \cdot A + [G \cdot \cos\alpha + V \cdot \sin(\Psi+\alpha)] \cdot \tan\phi}{\gamma_{\text{mod}}}$$

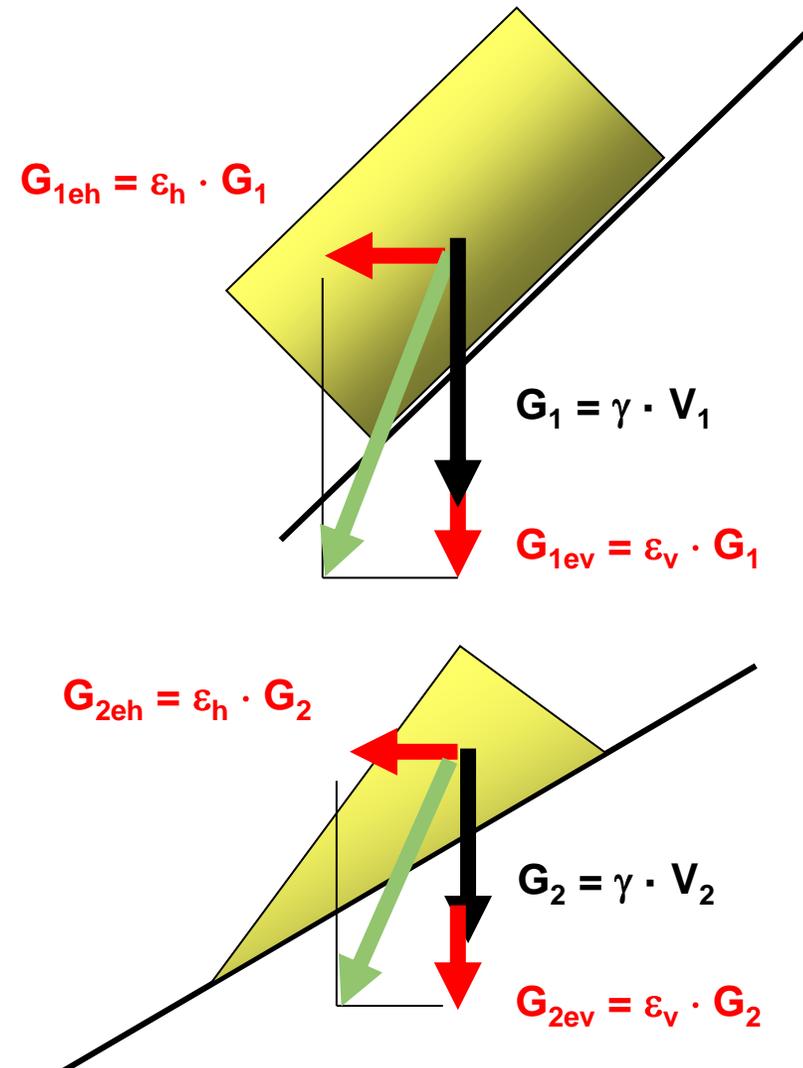
# DIMENSIONAMENTO - PRINCIPI

## Aumento peso e flusso superficiale

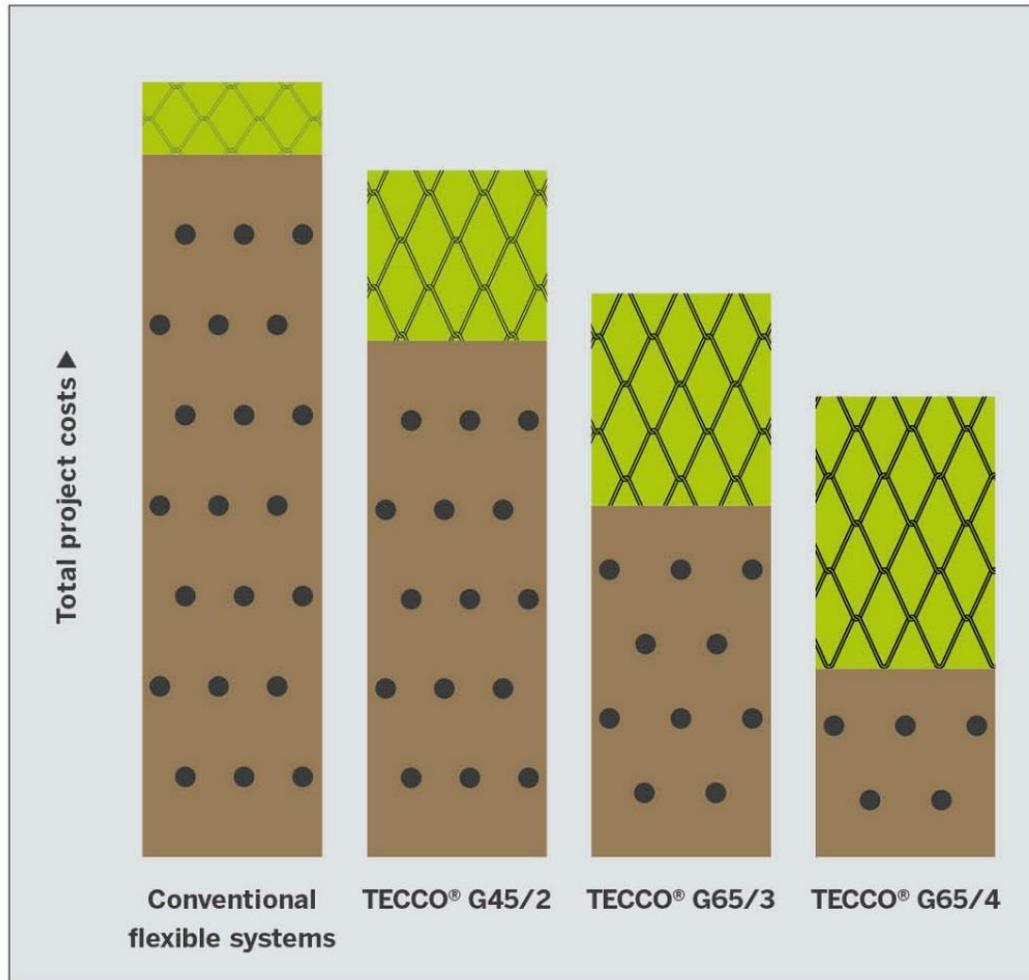
- Saturazione per precipitazioni
- Saturazione da acquifero



## Accelerazioni dovuti al sisma



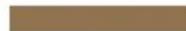
# OTTIMIZZAZIONE DELL'INTERVENTO RETE vs ANCORAGGI



Maggiore è la resistenza della rete, minore è il numero di perforazioni



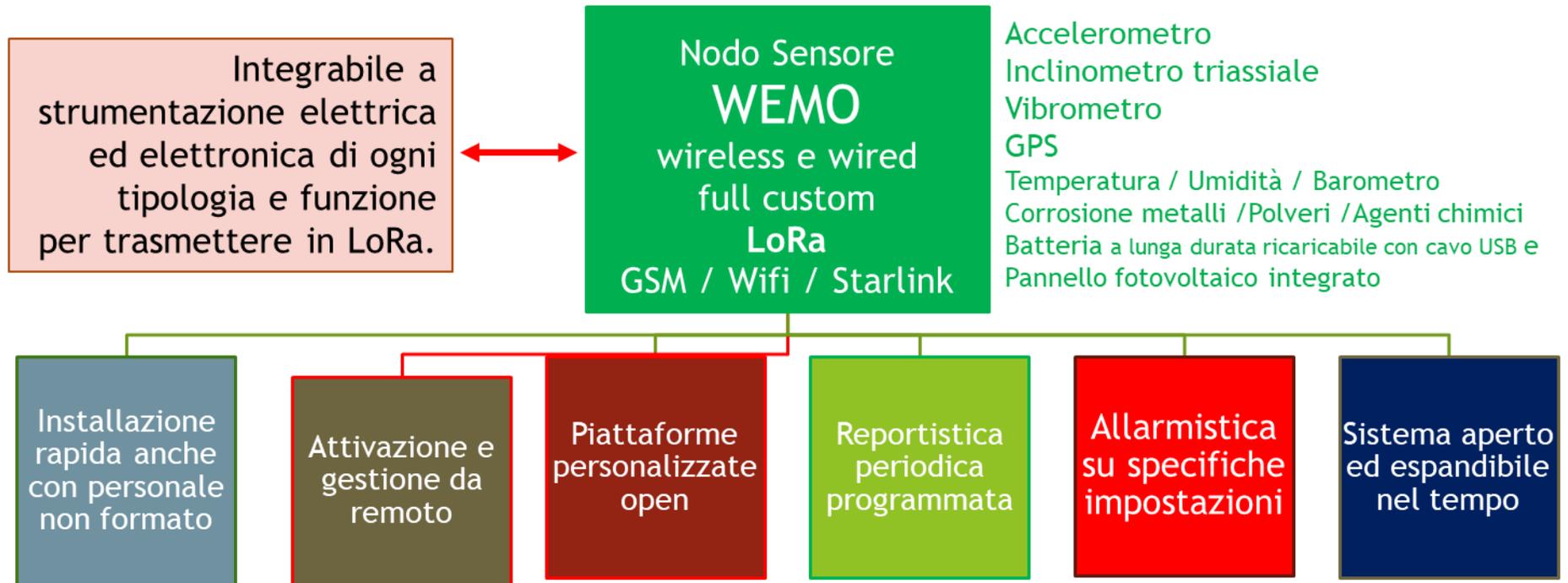
riduzione dei costi complessivi dell'intervento (specie per ancoraggi profondi)



# MONITORAGGIO: SENSORE WEMO



Nodo sensore  
**WEMO**





IL NODO SENSORE  
**WEMO**  
E' INTEGRABILE CON OGNI TIPO DI  
STRUMENTAZIONE ELETTRICA ED  
ELETTRONICA:



WEMO con sensore livello  
H2O



CELLA DI CARICO toroidale elettrica per tiranti  
integrata con nodo sensore **WEMO HA** LoRa

CELLE DI CARICO TOROIDALI ELETTRICHE  
ESTENSIMETRI  
FESSURIMETRI  
INCLINOMETRI  
PIEZOMETRI  
PLUVIOMETRI  
SONAR / RADAR  
STAZIONI METEO COMPLETE



Nodo Sensore WEMO HA

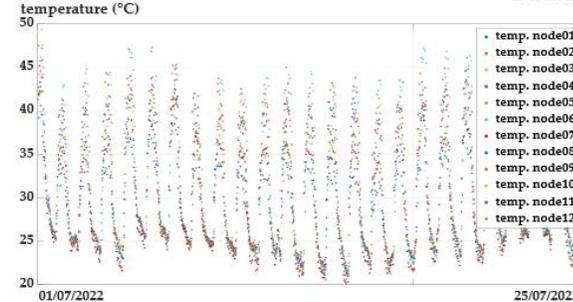
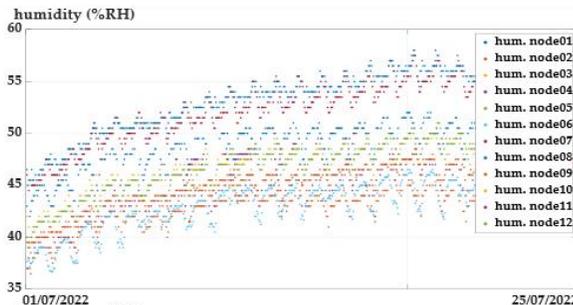
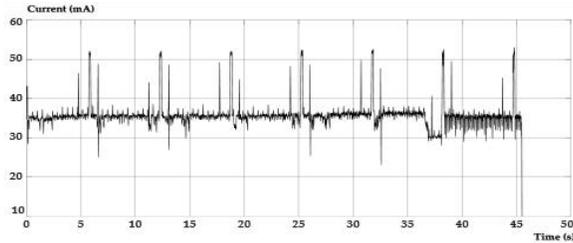
FESSURIMETRO A FILO ELETTRICO



ESTENSIMETRO DA FORO

Nodo Sensore WEMO HA

# PIATTAFORMA CUSTOMIZZATA SU GOOGLE MAPS CON GESTIONE DA REMOTO DI WEBCAM-SEMAFORO-SIRENA

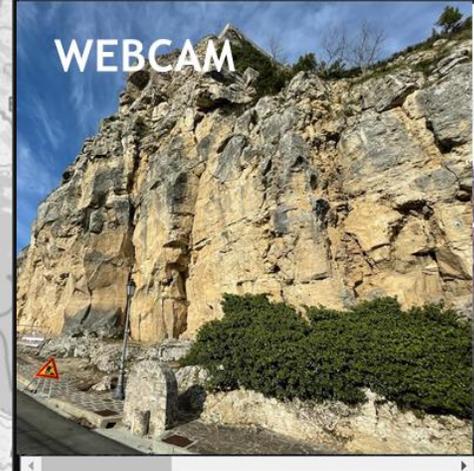
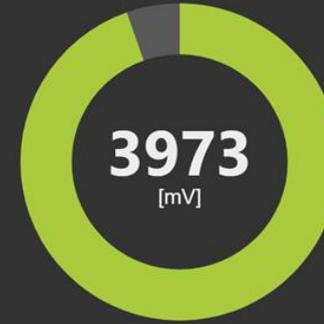


☰ WEMONITORING

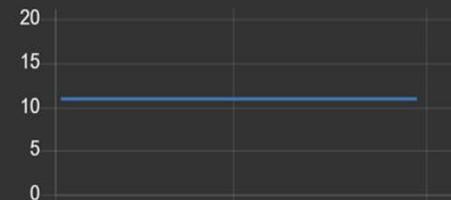
POSTA SIGILLO



FESSURIMETRO-1



FESSURA [cm]



Tutti i dati dai sensori e dalle strumentazioni del sistema integrato **SIM** sono visualizzati su una **Piattaforma** unica customizzata.

CELLA DI CARICO  
TOROIDALE ELETTRICA abbinata al nodo sensore WEMO



SENSORE ELLA DI CARICO

Il monitoraggio delle opere diviene sempre di maggiore attualità

Lo scopo è quello di impegnare al meglio le risorse disponibili favorendo una manutenzione attenta, efficace e ben calibrata

Per contro opere non oggetto di manutenzione danno una deleteria falsa sicurezza

# Se interessati a rimanere in contatto con noi



Registrazione a myGeobrugg  
con l'opzione della Newsletter



Sola registrazione  
alla Newsletter

**OPPURE CONTATTARE IL  
NOSTRO RESPONSABILE PER  
LA REGIONE MARCHE/UMBRIA  
DR. STEFAANO SCALONI  
338-366-0123  
idrogeo2011@gmailcom**

**GRAZIE MILLE  
PER  
L'INTERESSE  
E  
L'ATTENZIONE**