



Soluzioni per la protezione da caduta massi

Utilizzo delle reti nei rivestimenti e rafforzamenti corticali in roccia e negli interventi di soil nailing.

*Barriere paramassi:
caratteristiche costruttive, approccio progettuale, esperienze.*

Sistema di allertamento HelloMac

Autore

Stefano Cardinali

MACCAFERRI

Soluzioni e strategia di intervento

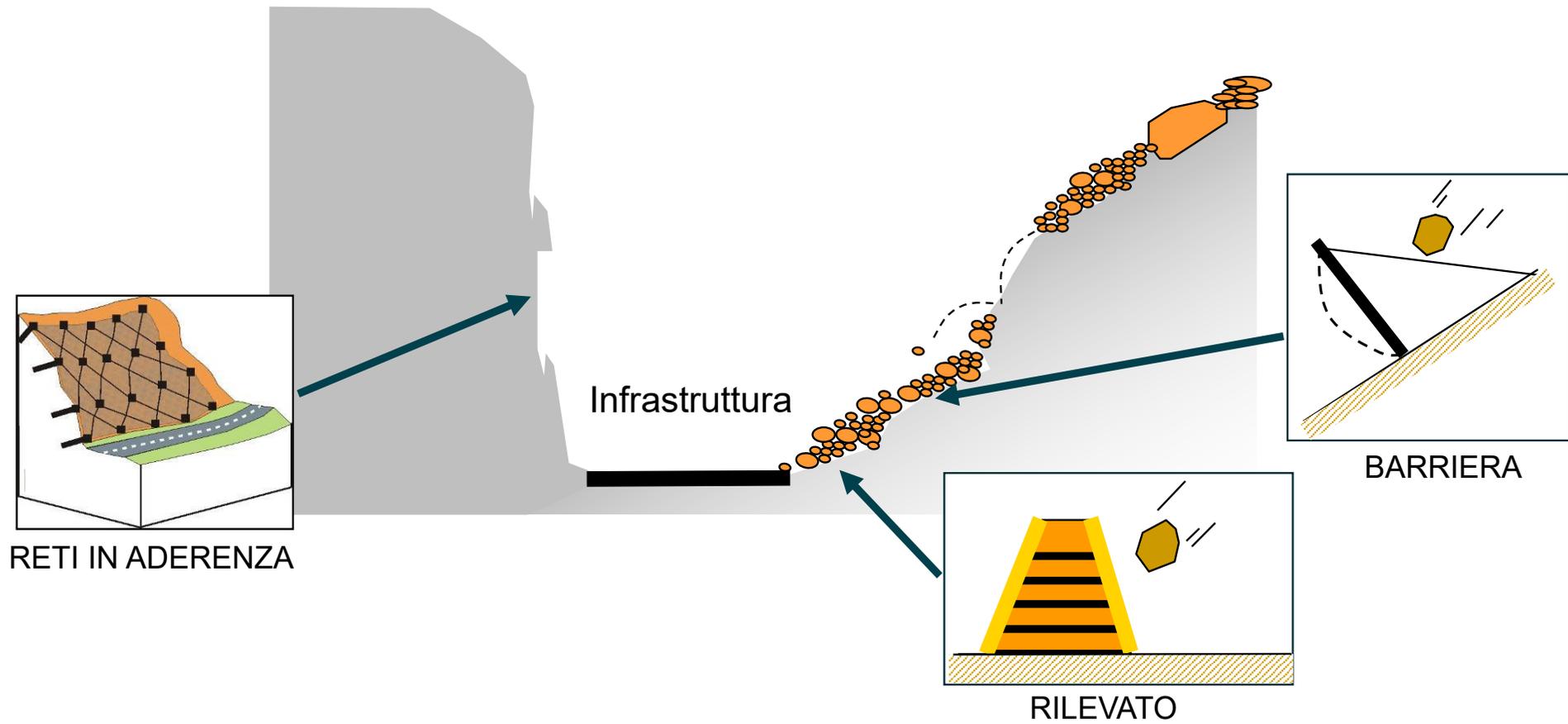
Interventi nella zona di distacco o di instabilità



Interventi nella zona di transito e/o di arresto (interventi passivi)



Morfologia del sito di intervento

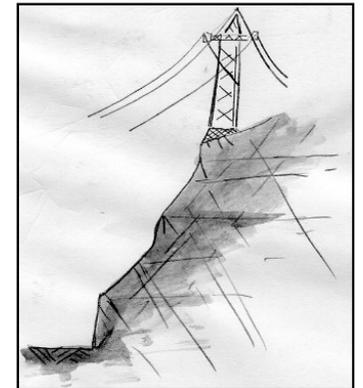
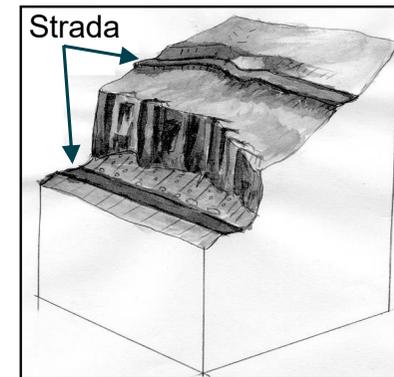


Altri fattori chiave nella scelta della migliore soluzione

- Tipologia del dissesto e magnitudo dell'evento di progetto
- Tempi di esecuzione dei lavori
- Possibilità di effettuare disaggi
- Sicurezza degli operatori
- Accessibilità

(strade di accesso, possibilità di impiego di elicottero, possibilità di taglio della vegetazione ecc.)

- Costi dell'intervento
- Costi di manutenzione
- Frequenza dei fenomeni di instabilità

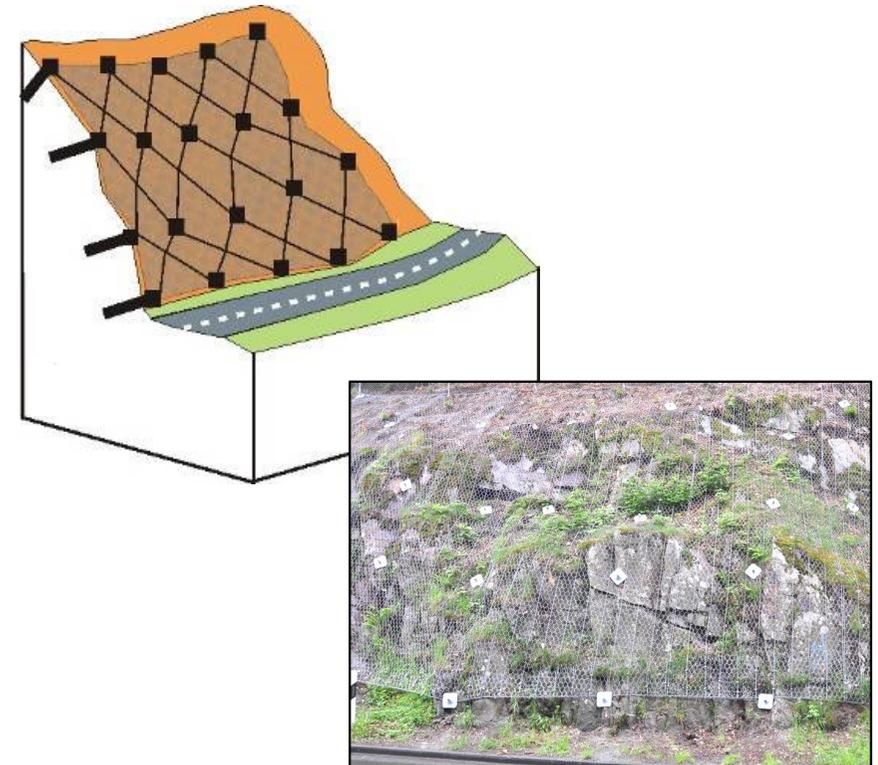


Interventi nell'area di distacco

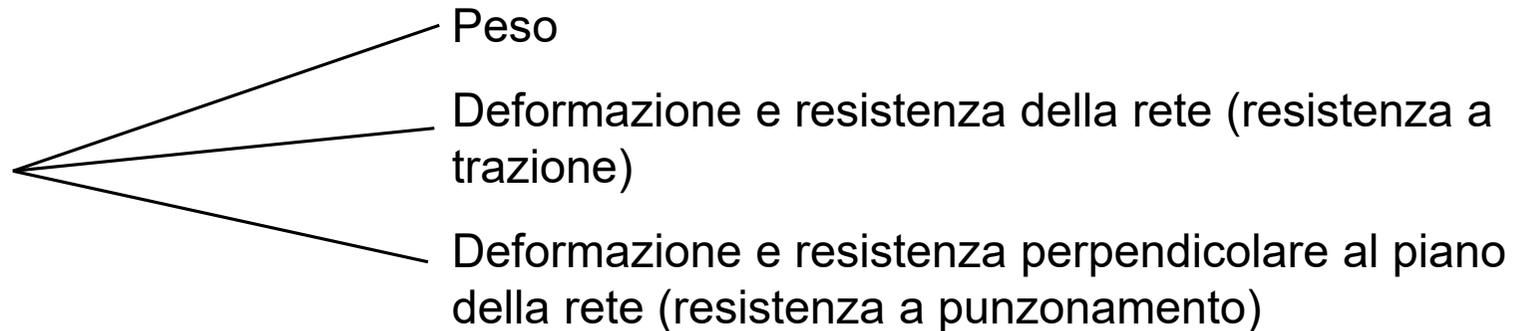
Rivestimento semplice



Rafforzamento corticale



Principali proprietà delle reti



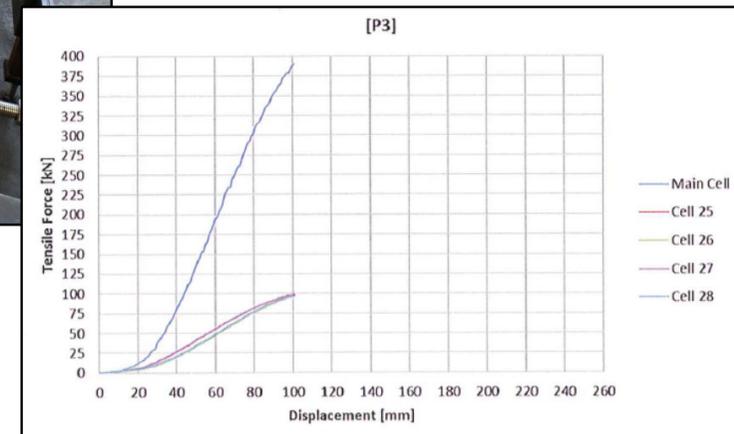
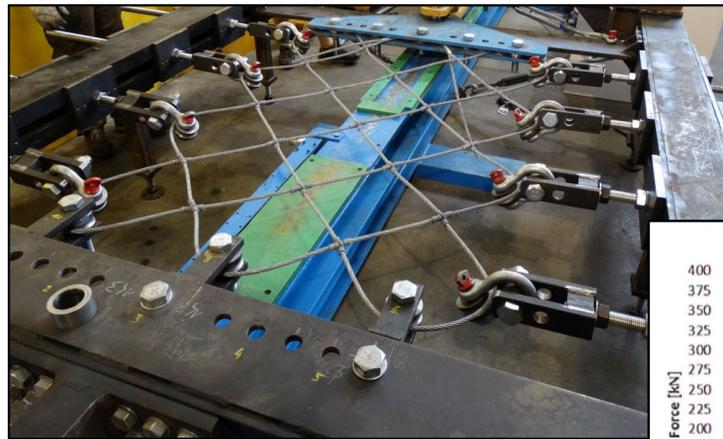
La **UNI 11437:2012** è una pietra miliare. Impone nuovi passi al progettista:

- Confronto sulla base di prove omogenee è possibile
- La deformabilità della rete non è trascurabile (la più alta resistenza è trascurabile se la deformabilità è troppo elevata)



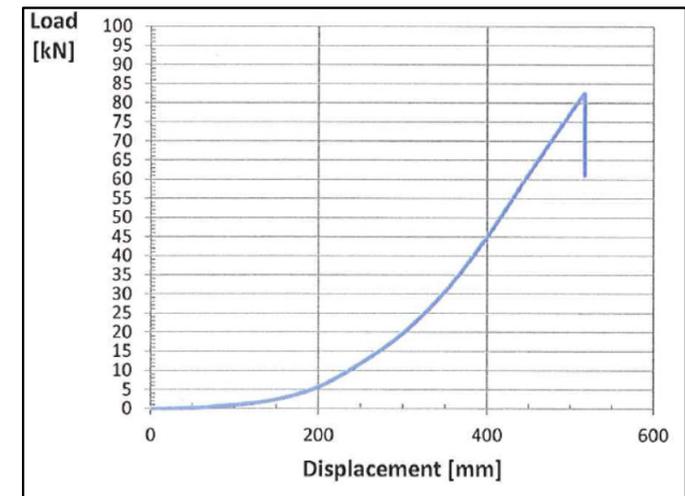
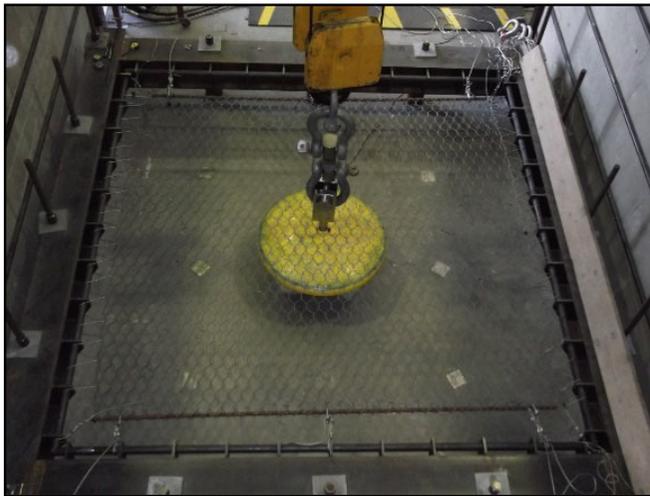
Caratterizzazione proprietà meccaniche delle reti metalliche UNI 11437:2012

Prova di trazione



Caratterizzazione proprietà meccaniche delle reti metalliche UNI 11437:2012

Prova di punzonamento



La prova fornisce indicazioni sul comportamento delle reti nelle più frequenti situazioni e consente il giusto approccio al dimensionamento delle reti chiodate.

11.1. GENERALITÀ

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'Allegato I del Regolamento UE 305/2011 .

I materiali ed i prodotti per uso strutturale devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
- C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".

Certificato di Costanza della Prestazione e DOP



Notifikovaná osoba č. 1301
TECHNICKÝ A SKUŠOBNÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, n. o.
 BUILDING TESTING AND RESEARCH INSTITUTE
 Štúdiu 5, 821 04 Bratislava, Slovenská republika

Certificato di Costanza della Prestazione
1301 – CPR – 1228

In conformità al Regolamento (EU) N° 305/2011/EU del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione o CPR), questo certificato si applica al prodotto da costruzione

Reti metalliche doppia torsione (maglia esagonale) e reti metalliche doppia torsione con inserimento di funi in acciaio

Reti metalliche doppia torsione (RETE DT e MACMAT RT) e reti metalliche doppia torsione con inserimento di funi in acciaio (STEELGRID, MACARMOUR, MACMAT HS e MACARMOUR GREEN) con uso previsto in stabilizzazione di scarpate e versanti lungo strade, autostrade e ferrovie mediante controllo e prevenzione dell'erosione, dello scivolamento e crollo di blocchi, detriti e frammenti, sistemi di soil nailing. Per l'uso previsto, la vita utile presunta per le reti metalliche doppia torsione, quando installate in opera, è in conformità alla EN 10223-3: 2013, Annex A, in relazione ai diversi rivestimenti del filo ed alle diverse categorie di corrosività.

Imnesso sul mercato
Officine Maccaferri S.p.A.
 Via Kennedy, 10, 40069 Zola Predosa (BO)
 Italia

e fabbricato nello stabilimento di produzione
OM200902, OM200903, OM201002
OM-2012-05, OM-2012-06, OM-2013-07

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritte in
ETA 16/0758 – versione 04, emessa il 21/02/2020
 e
EAD 230008-00-0106
 secondo il sistema 1 sono applicate per le prestazioni descritte in ETA, e che il controllo della produzione di fabbrica applicato dal produttore è stato valutato per garantire
 la costanza delle prestazioni del prodotto da costruzione.

Questo certificato è stato emesso la prima volta il 19 Dicembre 2016 e rimarrà valido fintanto che l'ETA, l'EAD, i prodotti da costruzione, i metodi AVCP o le condizioni di fabbricazione nell'impianto non vengano modificati significativamente, e a meno che non venga sospeso o revocato dall'ente notificato per la certificazione del controllo della produzione di fabbrica.

Bratislava, 4 Giugno 2020



Dipl. Ing. Daša Kozáková
 capo dell'Ente Notificato 1301



132203



Dichiarazione di Prestazione
STEELGRID HR 30 8x10 2.7 GL-006-DOP-1228-20160301

Cliente	
Designazione del materiale:	
Origine:	N°
Documento di trasporto:	N° data:
Quantità:	

Nome Prodotto: **STEELGRID**
 Tipo Prodotto: **HR 30 8x10 – 2,7 GLA**

Uso Previsto: Stabilizzazione di scarpate e versanti, controllo e prevenzione dello scivolamento di blocchi, della caduta di frammenti e dell'erosione, sistemi di soil-nailing, lungo strade, autostrade e ferrovie.



Officine Maccaferri S.p.A.
 Via J. F. Kennedy, 10
 40069 Zola Predosa (BO) - Italy
 www.maccaferri.com

AVCP: System 1
 TAB: S1US, Technický a Skušobný Ústav Stavebný
 Valutazione tecnica europea: ETA 16/0758
 EAD: 230008-00-0106
 Ente notificato: S1US, Technický a Skušobný Ústav Stavebný, n. o. 1301
 Ha rilasciato il Certificato di Costanza della Prestazione: no. 1228

Caratteristiche essenziali	Prestazione	Specifiche Tecniche
Tipo maglia	8x10; 8x10+10; T T	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Diametro filo	2,70; 2,80; 3,00	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Protezione del filo contro la corrosione	Z 10000; Alluminio 05% o 100% Zn; Resinatura a base di zinco; Caprolactone; Elettrolitico; classe A	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Diametro fune	8; 10; 12; 14; 16; 18; 20	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza e trazione filo allungamento	300 – 500 MPa, > 8 %	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza a trazione della rete	180 H 10; 240H	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Capacità di carico a punzonamento	155 H 10; 240H	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Deformazione massima sotto carico	40 H 10; 50 H 10	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza a corrosione in SO ₂	> 20% di ossigeno di 5% di nitrato	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza a corrosione in nebbia salina (EN ISO 12227)	> 100% di ossigeno di 5% di nitrato	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Durabilità vita utile presunta (EN 10223-3)	50 anni in categoria C2, 25 anni in categoria C3, 10 anni in categoria C4	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)

Le prestazioni del prodotto richieste sopra sono conformi alle prestazioni dichiarate.
 Si rilascia la presente dichiarazione e prestazione, in accordo con (UE) n. 305/2011, sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante.

Firmato a nome e per conto del fabbricante: Ing. Paolo Bianchini – Procuratore speciale



Zola Predosa (BO) – 07/06/2019

Stabilimento di produzione come indicato sulla etichetta del prodotto e sul Certificato di Conformità del CE.
 Il presente documento è associato anche al registro dei prodotti per la documentazione di accompagnamento al prodotto (art. 4.9 della "Linea Guida per la certificazione e gli ideali tecnici all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvato dalla Presidenza Consiglio e Superiori dei Lavori Pubblici, e della EN 10223-3:2013.

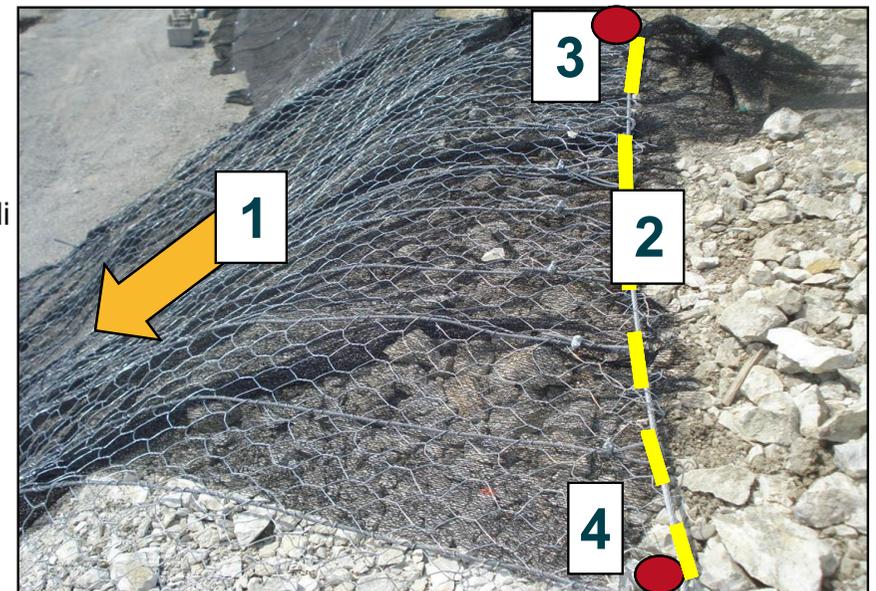
I rivestimenti semplici sono principalmente utilizzati per:

- **stabilizzare e/o ridurre** le **velocità** di **caduta** dei detriti e dei blocchi
- **limitare le traiettorie** dei blocchi in caduta in modo che non vadano a interferire con le infrastrutture
- **trattenere** i detriti **al piede** della scarpata



Verifiche

1. Resistenza della rete
2. Resistenza della fune di supporto sommitale, caricata dalla rete
3. Resistenza degli ancoraggi intermedi
4. Resistenza degli ancoraggi laterali



Software per il dimensionamento di rivestimenti semplici

Macro 2

Client
TEST
Project
ROD PRINCIPAL KM 350
Hd = 1.5 m
Td = 1.5 m
B = 65°

Check	Value	Status
Mesh design check	1.43	Satisfied
Cable design check	1.21	Satisfied
Intermediate anchor check	1.46	Satisfied
Lateral anchor check	0.79	Not Satisfied

Note: An anchor cable with 101.80 kN capacity (minimum) could satisfy the problem, where, 101.80 kN = Maximum tensile stress in the cable = Maximum force on lateral anchorage.

Input Wizard

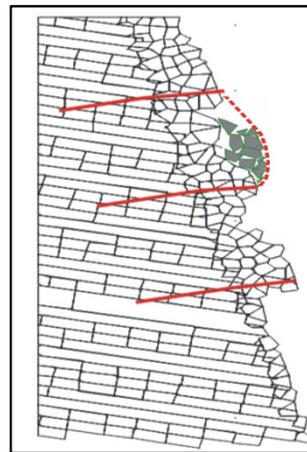
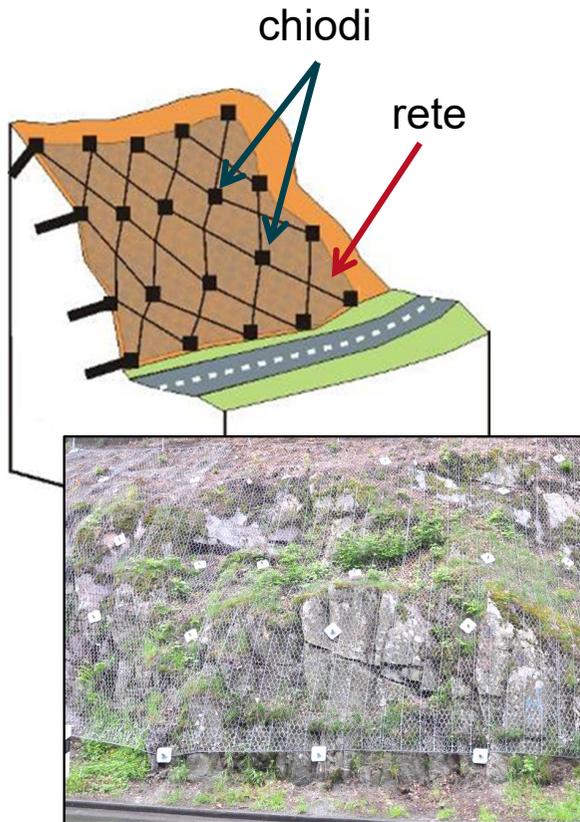
- Debris accumulation height [m] Hd: 1.5
- Debris accumulation width [m] Td: 1.5
- Slope inclination [°] β : 65
- Mesh type: DT 10 x 12 Ø 2.7 PVC, MacMat R 8 x 10 Ø 2.7, Steelgrid HR 100, Steelgrid HR 50, Steelgrid HR 30
- Color scheme: dark

Conoscere il volume di detrito che può essere contenuto, significa prevedere quando la rete raggiunge il carico limite

Oppure

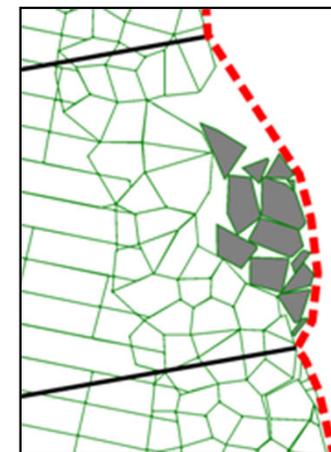
prevedere i tempi per la manutenzione periodica

Rafforzamenti corticali



Ancoraggi

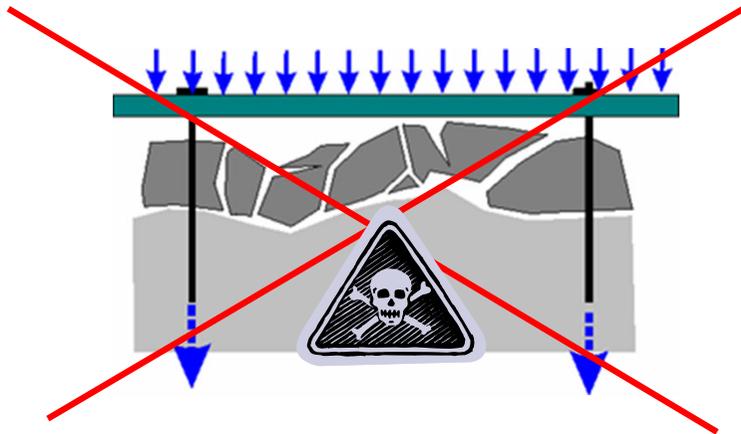
Migliorare la stabilità della coltre superficiale alterata/fratturata



Rivestimento

Trattenere il detrito e/o i blocchi tra gli ancoraggi

LA RETE E' FLESSIBILE E DEFORMABILE



La rete NON E' UNA TRAVE
Che permette di trasferire carichi al terreno

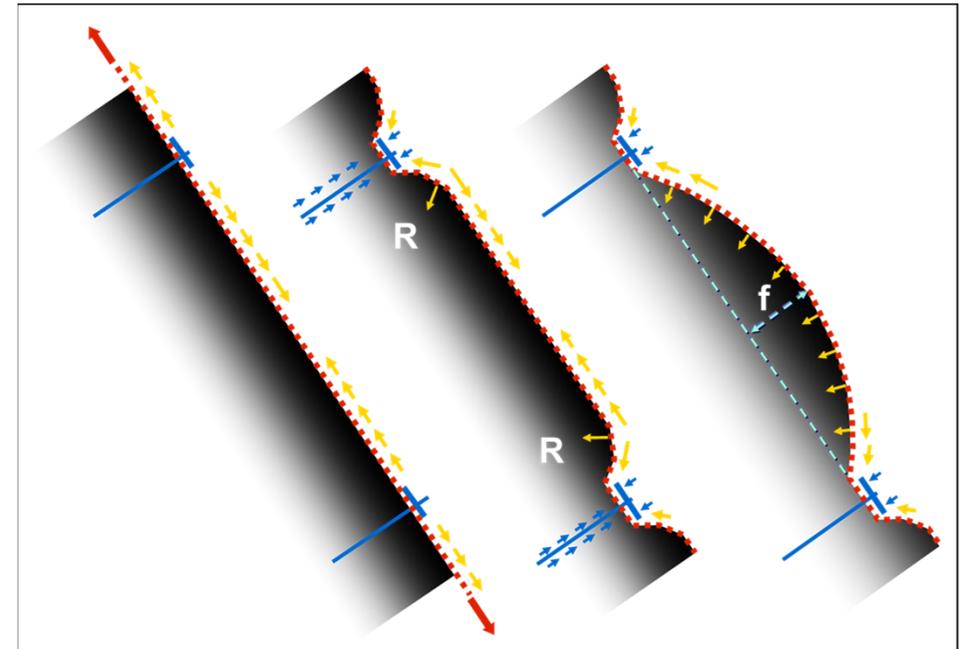


La rete SI DEFORMA
quando soggetta al carico di detriti/blocchi

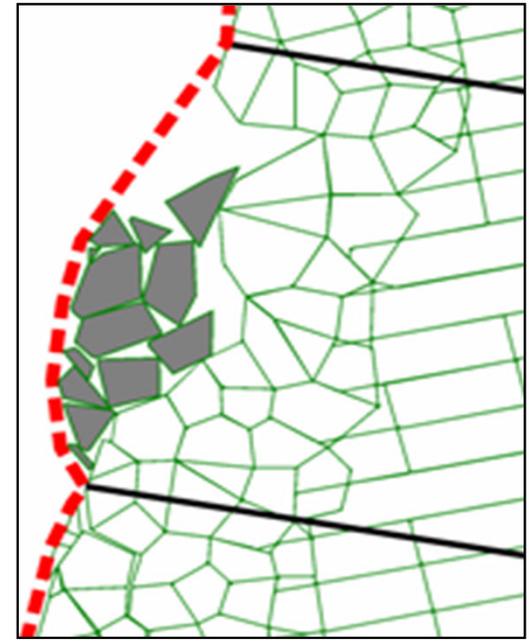
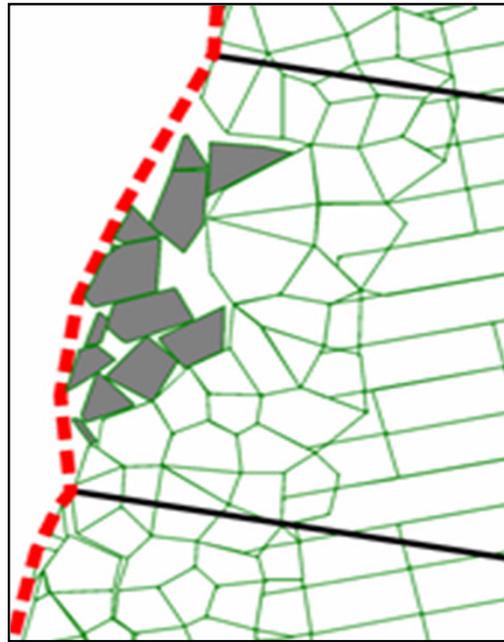
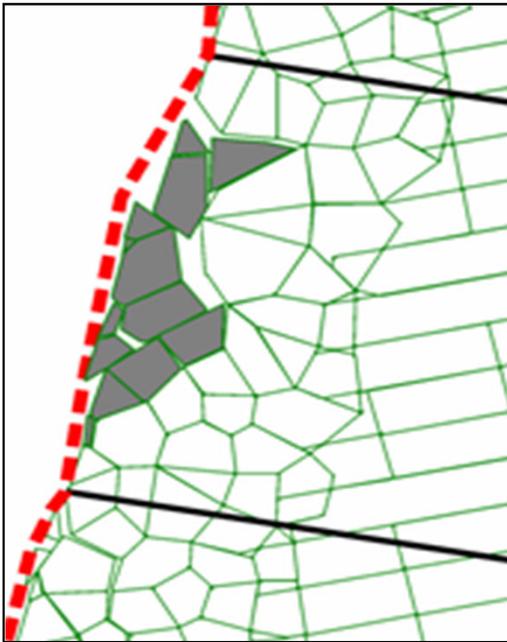
CIRIA 2005 – Soil nailing Best practice guidance: Flexible structural facing

Di base, le condizioni teoriche che devono essere soddisfatte da una rete flessibile, affinché possa essere considerata “attiva” sono le seguenti:

1. La membrana flessibile deve essere interamente in contatto con la superficie del pendio;
2. La membrana flessibile (e dunque la superficie del pendio) deve presentare una specifica curvatura convessa;
3. La membrana flessibile deve essere pretensionata con una nota predeterminata forza di trazione, la quale indurrebbe e determinerebbe, in funzione anche della curvatura del pendio, la pressione stabilizzante agente sul pendio.



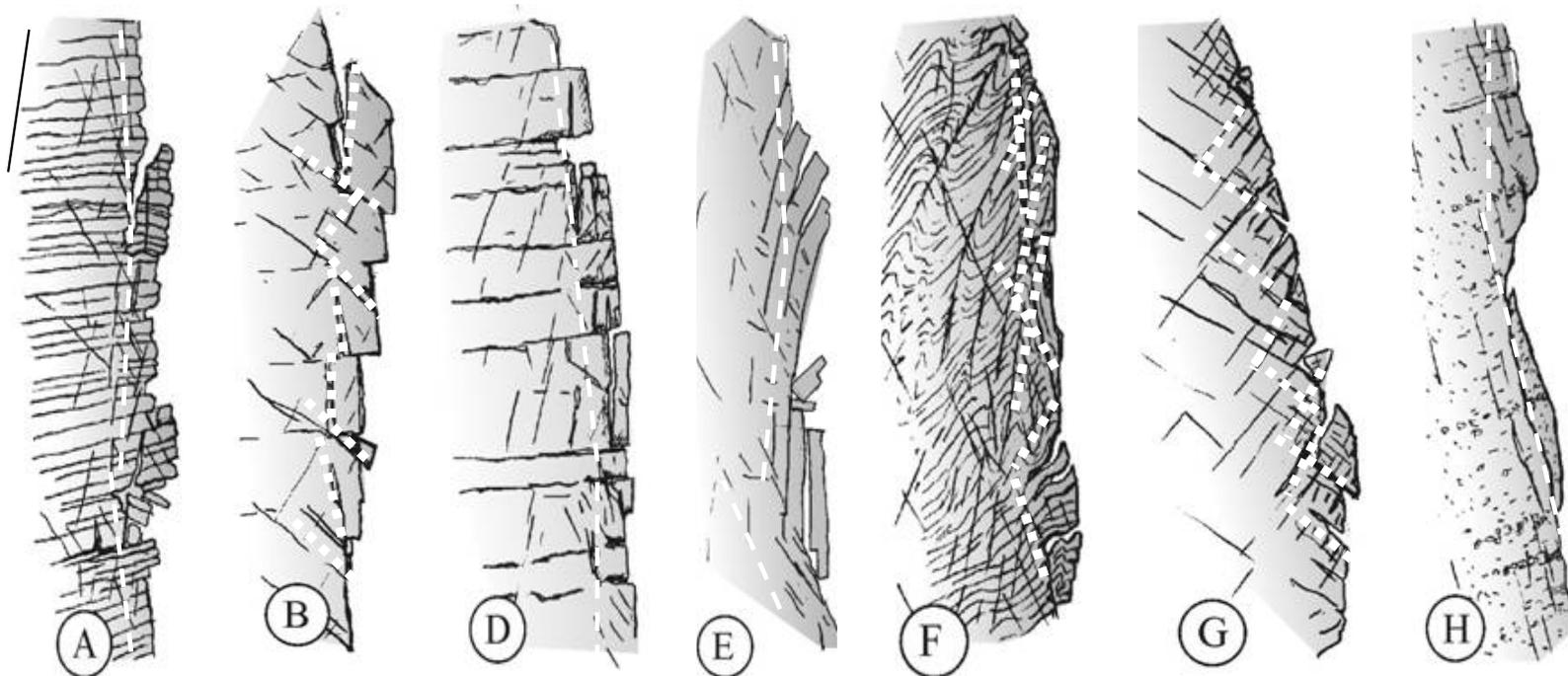
RIGIDITÀ MEMBRANALE DELLA RETE



Rete troppo deformabile e flessibile = denudazione degli ancoraggi = minore stabilità

Reti in aderenza su pendii in roccia

Bisogna definire lo spessore di roccia instabile caratterizzato da giunti di discontinuità che definiscono i blocchi instabili.



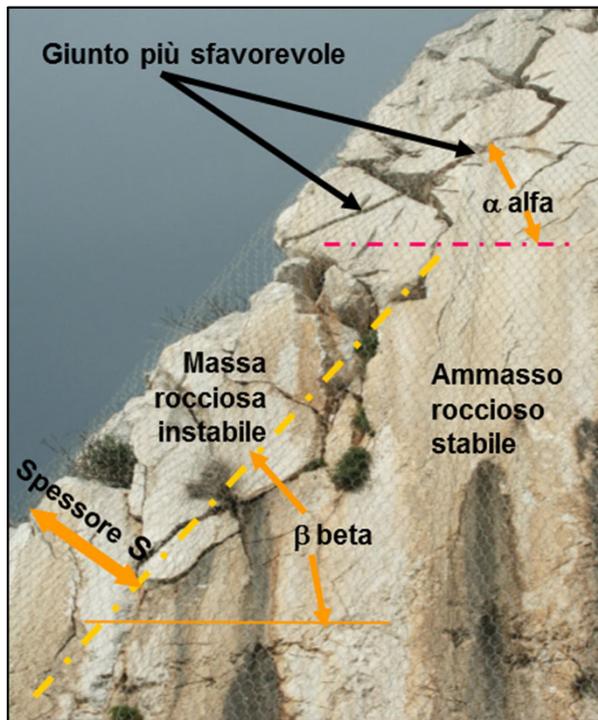
Reti in aderenza su pendii in roccia

È fondamentale un rilievo geomeccanico dell'ammasso roccioso, al fine di definire le famiglie di giunti e le loro caratteristiche:

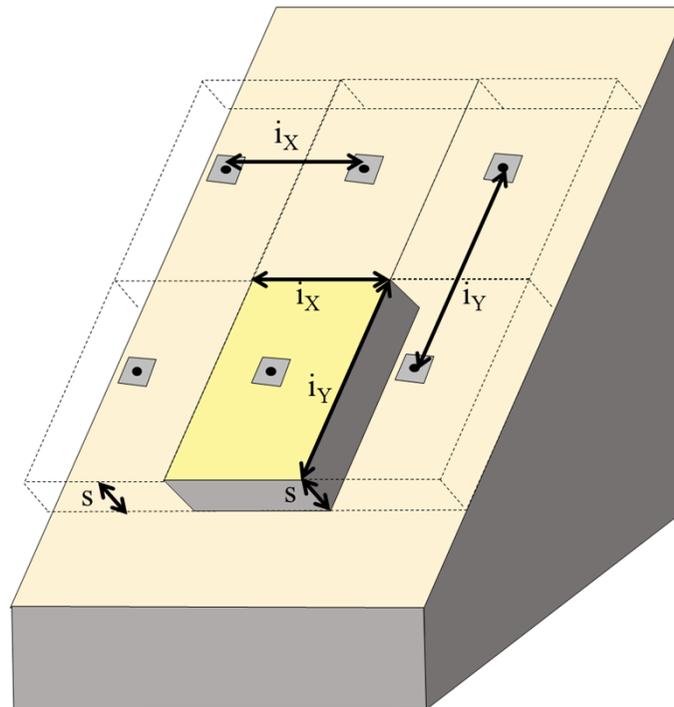
- Resistenza a compressione semplice (JCS)
- Rugosità (JCR)
- Inclinazione
- Ecc.



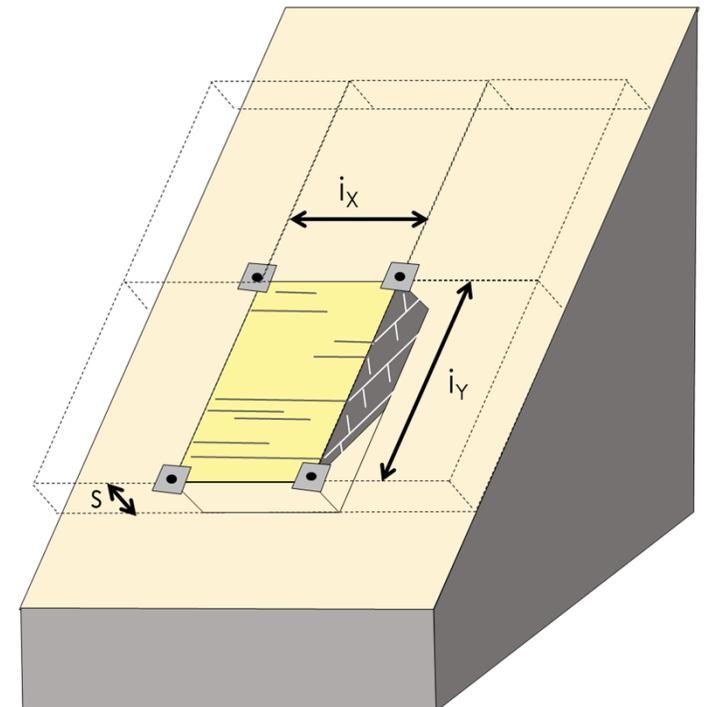
Modello di calcolo



Dimensionamento dei chiodi



Verifica della rete agli stati limite ultimo e di servizio



Reti in aderenza su pendii in roccia

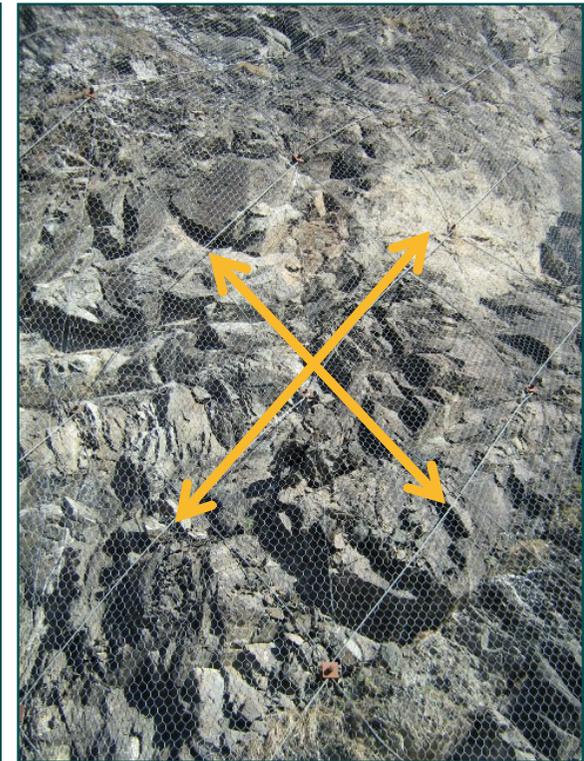
Software per il dimensionamento di rafforzamenti corticali

Macro 1

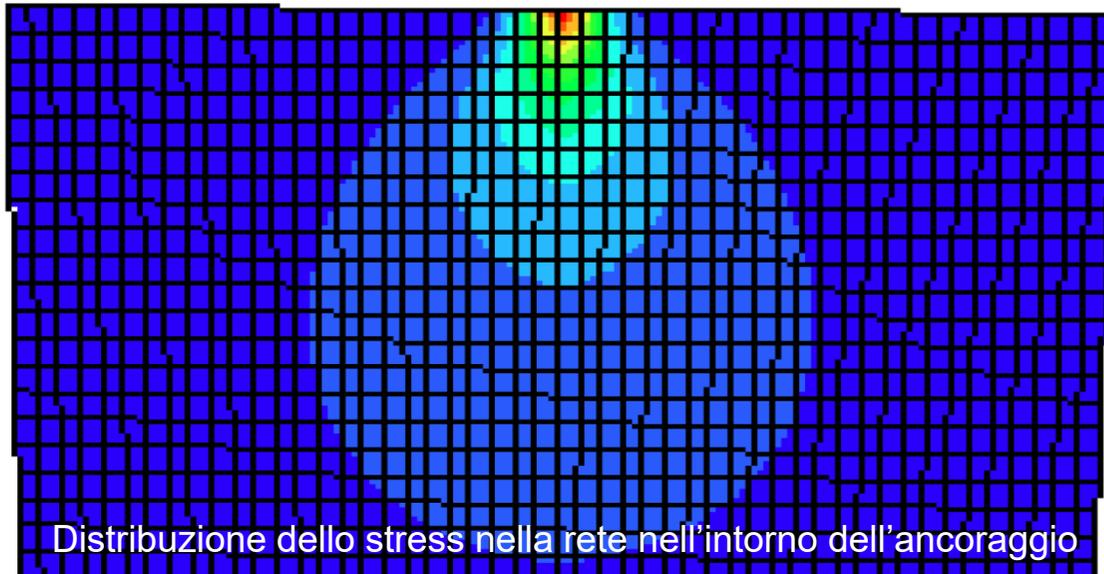
The screenshot displays the MACRO Studio software interface for the 'MACRO 1 Reinforced System'. The interface is divided into several sections:

- Ingresso (Input):** Contains parameters for the anchor bar geometry and type. The 'Barra di ancoraggio' section includes:
 - Geometria:** Spaziatura orizzontale tra gli ancoraggi [m] (Ix: 3.00), Spaziatura verticale tra gli ancoraggi [m] (Iy: 3.00), Indclinazione della barra rispetto all'orizzontale (ε: 10), Coefficient (Bustamante, Doliv, 1985) (No increment), and C_G (1.00).
 - Tipo di ancoraggio:** Tipo di barra (Steel bars B450C), Diametro interno della barra di ancoraggio [mm] (Øi: 0), Diametro esterno della barra di ancoraggio [mm] (Øe: 24), Diametro di foratura [mm] (50), and Tensione di snervamento dell'ancoraggio [MPa] (T_{y,k}: 450.00).
 - Corona di corrosione:** Spessore personalizzato [mm] (t_c: 0.00), Spessore automatico [mm] (t_c: 0.00), Aggressività ambientale (Medium), Vita utile di progetto [Anni] (Cr: 37.50, Site: 50.00), and a checkbox for 'Reduction of the steel yield according to NF P 94-270 (2009)'. Tensione limite intasamento interfaccia iniezione-roccia [MPa] (τ_{lim}: 0.30) and Lunghezza di plasticizzazione nella roccia stabile [m] (Lp: 0.50) are also shown.
- Risultati (Results):** Displays analysis results for the surface zone and the network.
 - Analisi dello scivolamento della zona superficiale:** FOS_R (1.14) and Tasso di lavoro dell'ancoraggio (69.90 %).
 - Analisi della Rete:** Steelgrid HR 30, Punzonamento (1.85), FOS_R (1.85), and Tasso di lavoro (53.95 %).
- Graphic:** Shows a 3D model of the reinforced slope with anchor bars and a corrosion protection layer. Dimensions of 3.00m and 3m are indicated.
- Image:** A photograph of a real-world application showing a reinforced rock slope with a railway track in the foreground.

Intervento tipologico di rafforzamento corticale



Reticolo in fune di acciaio



Il reticolo in fune determina i seguenti vantaggi:

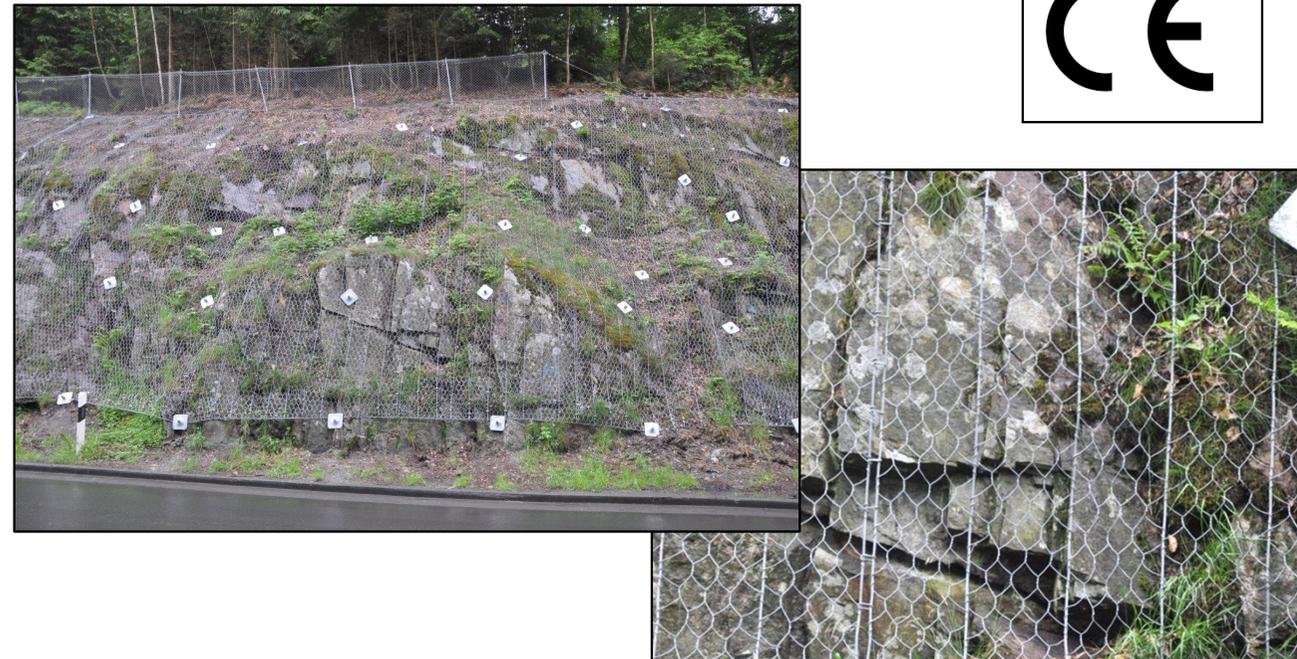
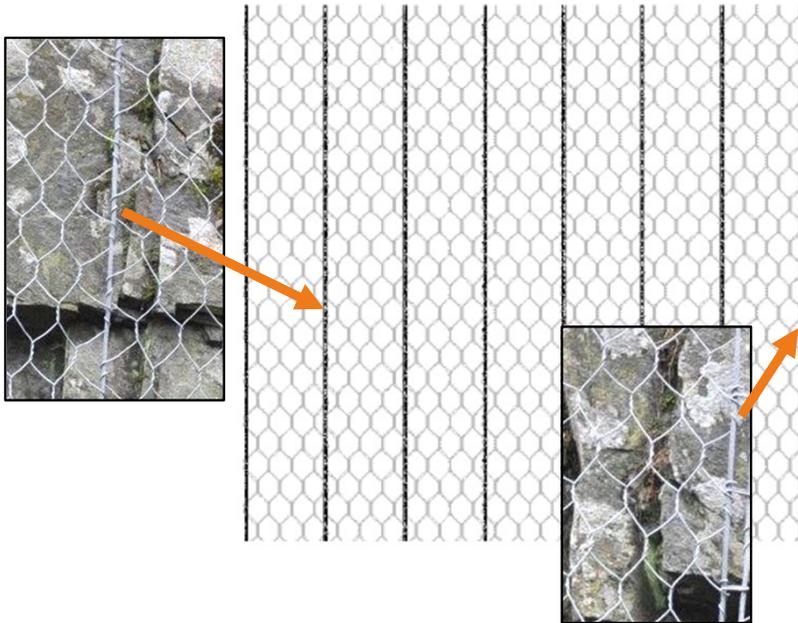
- Riduce la deformazione della membrana.
- Riduce lo stress in corrispondenza della piastra

La fune coopera bene se intessuta nella rete



STEELGRID HR

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale tipo 8x10 con funi di acciaio intessute con interasse 30/50/100 cm rivestita con Galmac (Zn/Al5%)



- Caduta di blocchi di dimensione significativa (vol. $\approx 1,0 \text{ m}^3$)
- Rivestimenti semplici su pendii molto estesi
- Rafforzamenti corticali

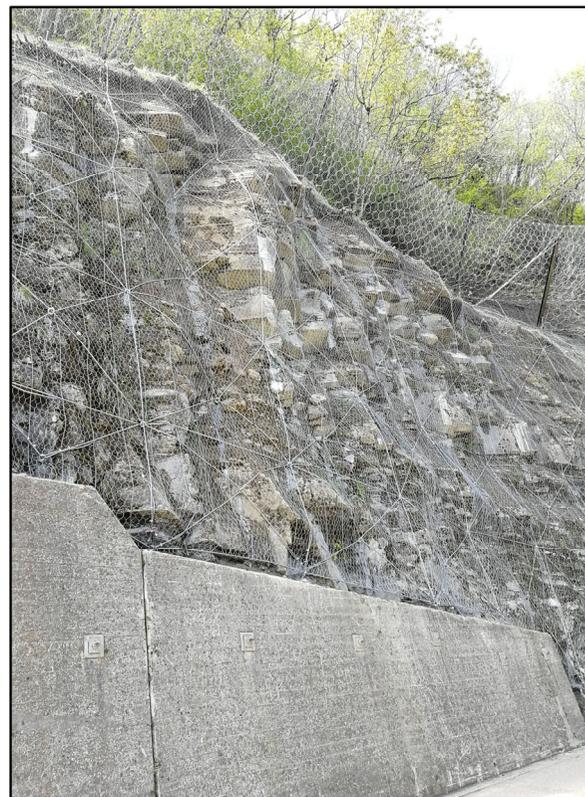
Reti in aderenza su pendii in roccia

Frauenberg (Germania)

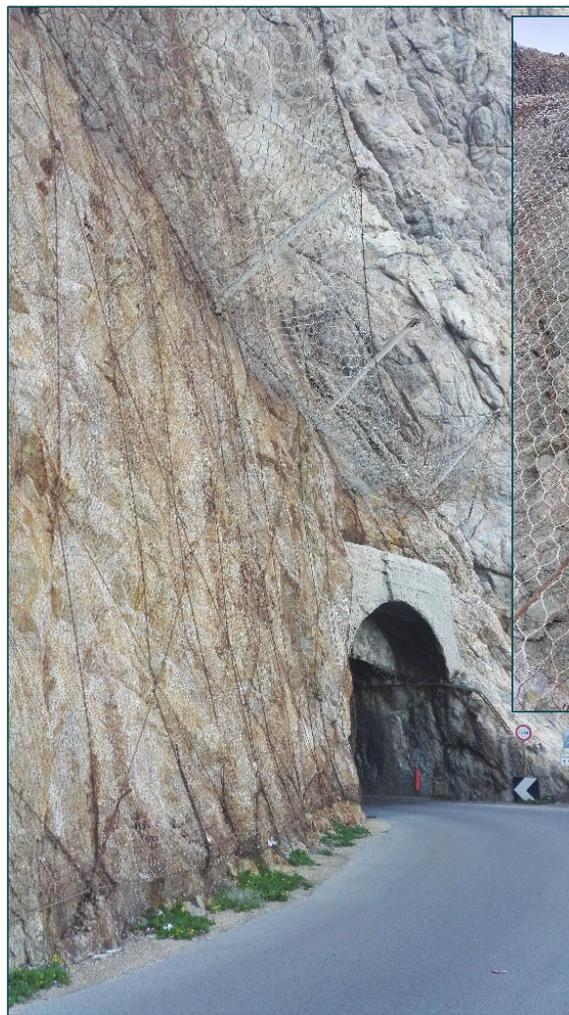


Reti in aderenza su pendii in roccia

Strada di accesso Diga di Ridracoli (FC)

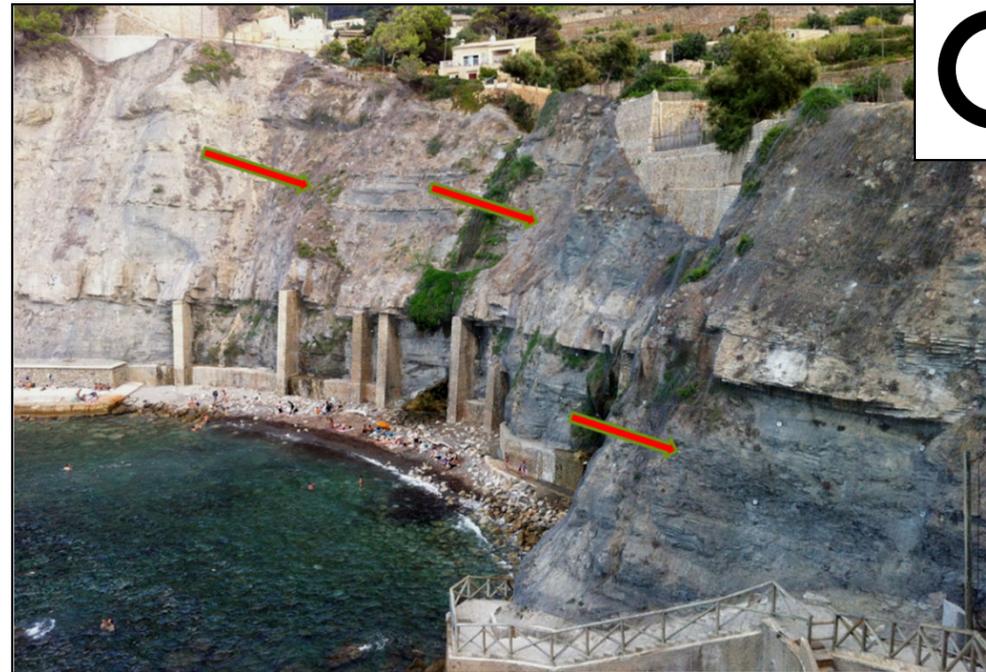


Reti in aderenza su pendii in roccia



STEELGRID HR POLIMAC

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale tipo 8x10 con funi di acciaio intessute con interasse 30/50/100 cm rivestita con Galmac (Zn+5%Al) e PoliMac



- Caduta di blocchi di dimensione significativa (vol. $\approx 1,0 \text{ m}^3$)
- Rivestimenti semplici e rafforzamenti corticali in ambienti aggressivi

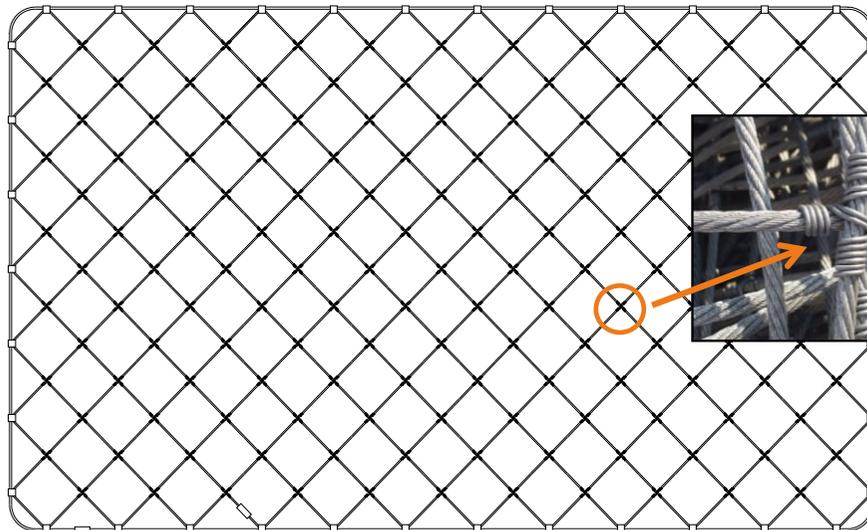
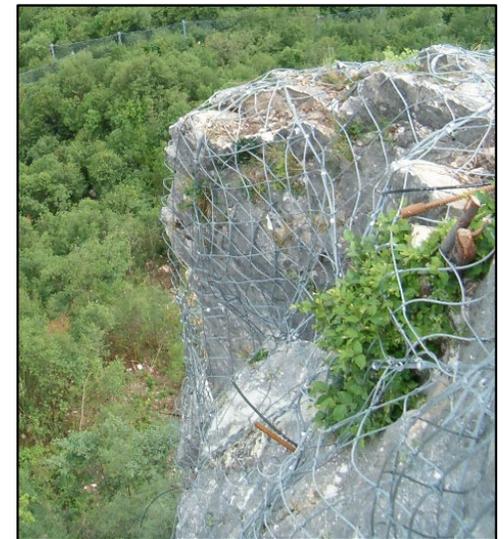
PANNELLI SW/HEA



Reti in fune di acciaio diam. 8/10 mm
con maglia 250x250, 300x300, 400x400
con speciale nodo di legatura



«borchia» dei
pannelli tradizionali



- Rafforzamenti corticali con ridotte deformazioni
- Rivestimento ed imbragaggio grossi blocchi instabili, speroni, pinnacoli ecc.

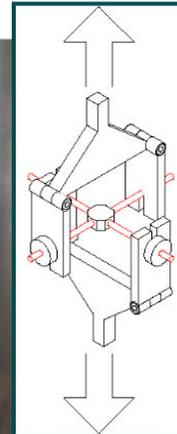
PANNELLI SW/HEA

Le prestazioni del pannello in fune sono strettamente legate anche al comportamento del nodo

Prova di strappo



23 kN ÷ 28 kN



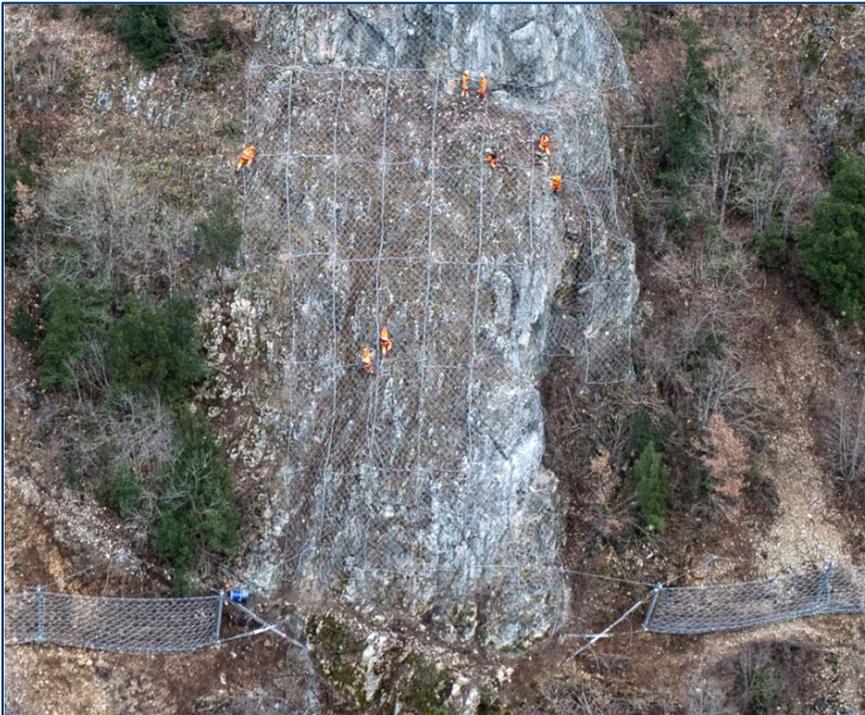
7 kN ÷ 12 kN

S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre"



Reti in aderenza su pendii in roccia

S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre"



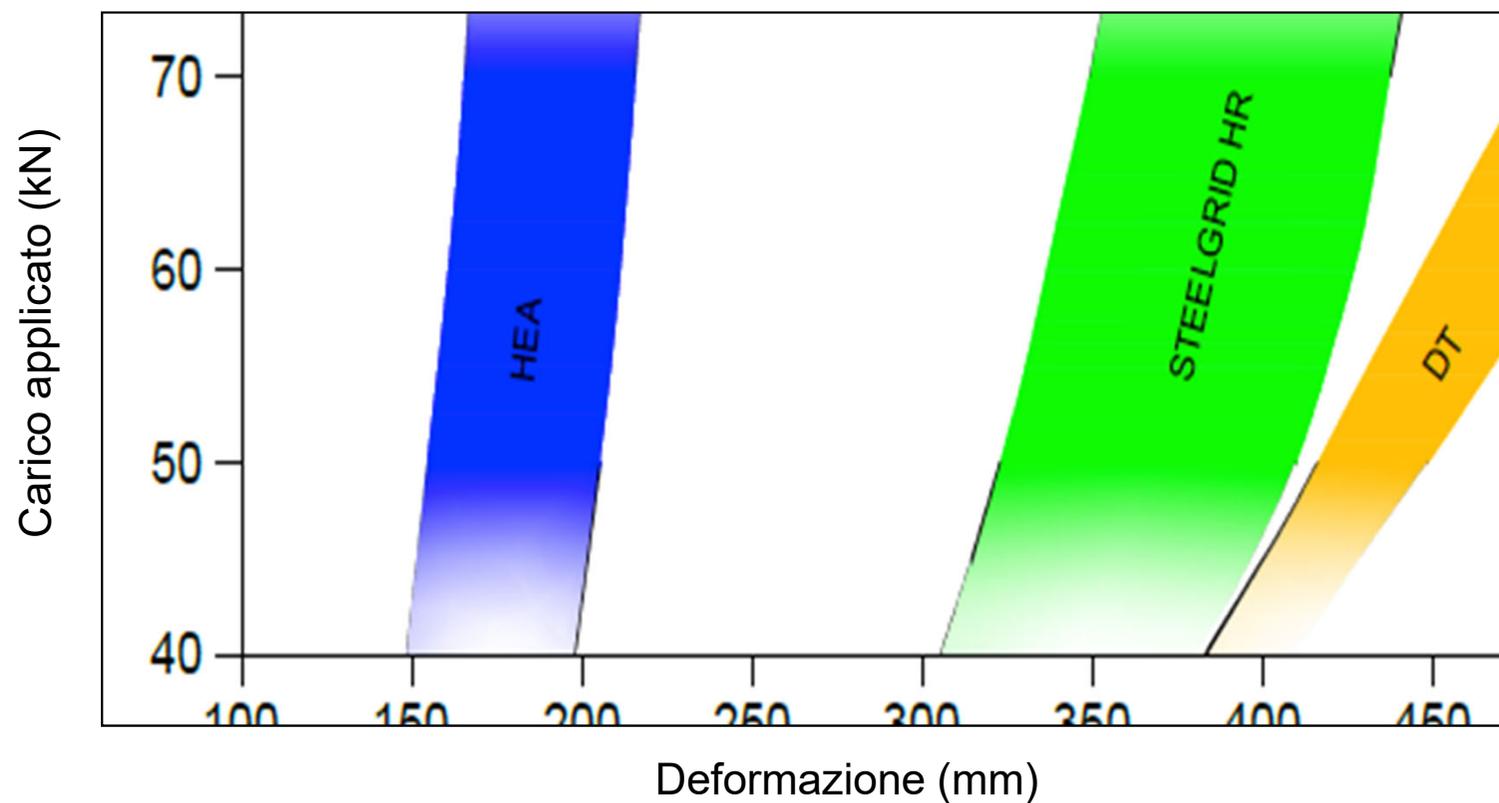
PANNELLI SW/HEA INOX



Al Hoceima Port (Marocco)



Risultati prove di punzonamento UNI 11437:2012



MacArmour: il più avanzato e sicuro sistema di rivestimento

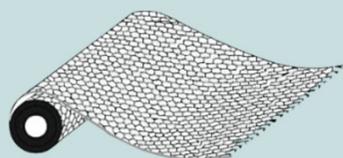
MACCAFERRI

MacArmour®



IL PIÙ AVANZATO E SICURO
SISTEMA DI RIVESTIMENTO

NEW
2 in 1
DRAPERY
SYSTEM



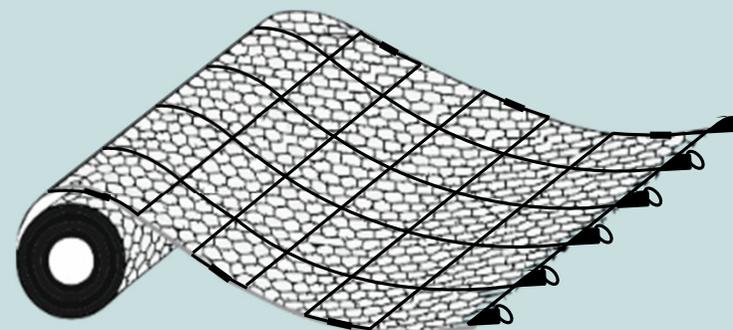
Rete a doppia torsione

+



Pannello in fune

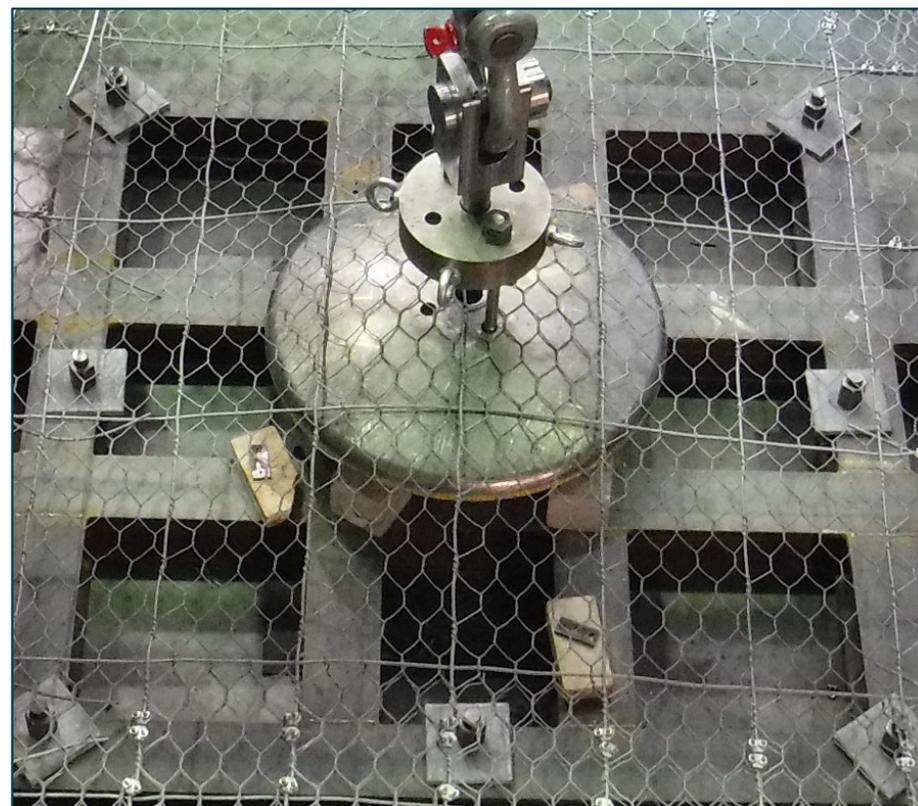
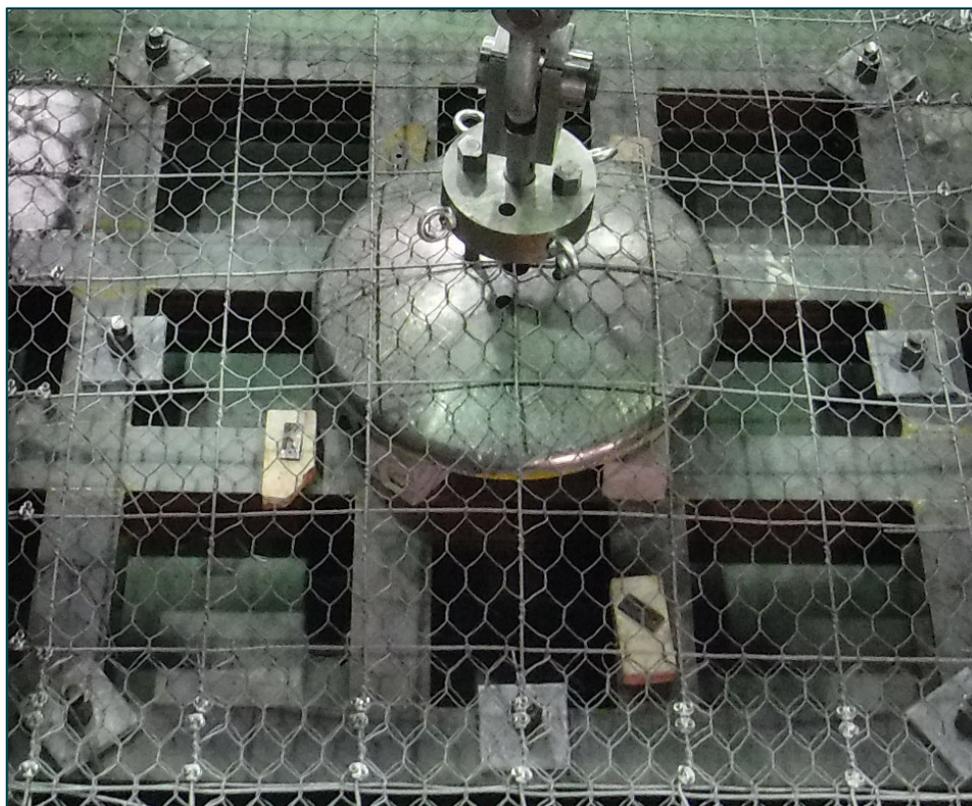
=



Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI

Mac Armour® 



TEMPO DI INSTALLAZIONE

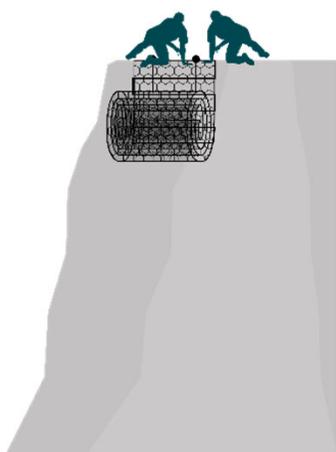
Mac Armour® riduce i **tempi di installazione** e i **rischi** associati con le attività in sito

Fino al **50%** PIU' VELOCE
RISPETTO AD ALTRI SISTEMI

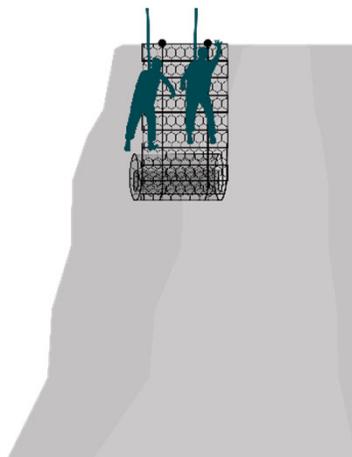


Assicura la **protezione dalla caduta massi** in quattro semplici passaggi:

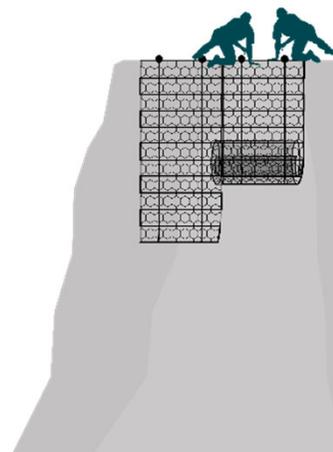
1. **Fissaggio** del primo telo



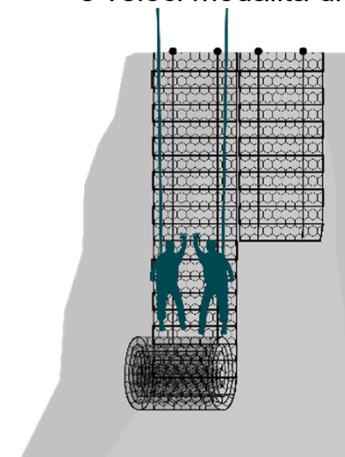
2. **Stesa** del Mac Armour® sulla parete



3. **Stesa** dei successivi teli di Mac Armour®



4. **Installazione** dei teli di Mac Armour® con facilità grazie a nuove e veloci modalità di connessione



Herakleion (Creta) - Grecia



Rocca Ricciarda (AR)



MACMAT-R - MACMAT HS

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale tipo 8x10 con funi di acciaio intessute, preaccoppiata ad una geostuoia tridimensionale in PP



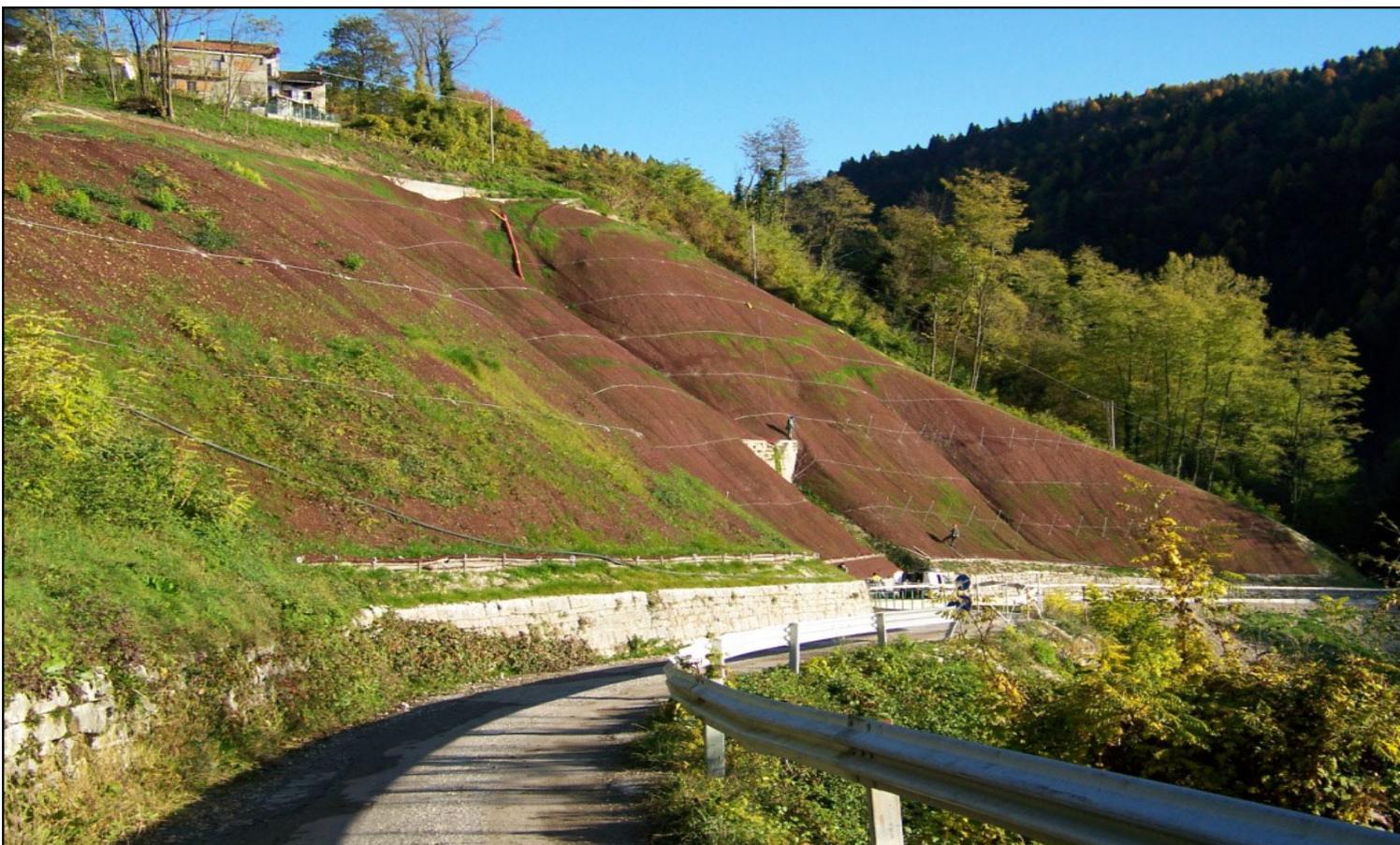
Reti in aderenza su pendii naturali o su scavi in terreno sciolto

Ripristino di dissesto idrogeologico mediante riprofilatura, regimentazione delle acque superficiali, consolidamento e rivestimento anti-erosivo



Reti in aderenza su pendii naturali o su scavi in terreno sciolto

MACCAFERRI

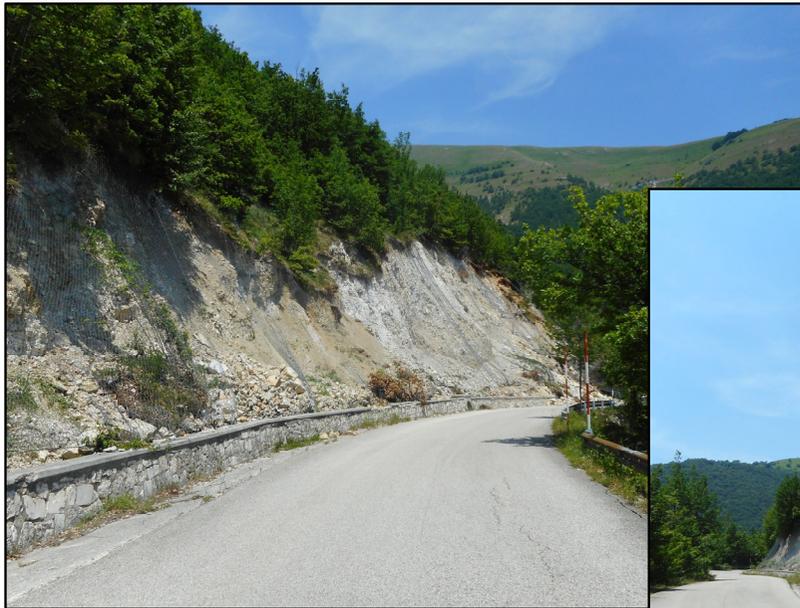


Reti in aderenza su pendii in terreno sciolto o roccia fortemente degradata

MACCAFERRI

S.P. 64 Nursina – Arquata del Tronto (AP)

2017



Reti in aderenza su pendii in terreno sciolto o roccia fortemente degradata

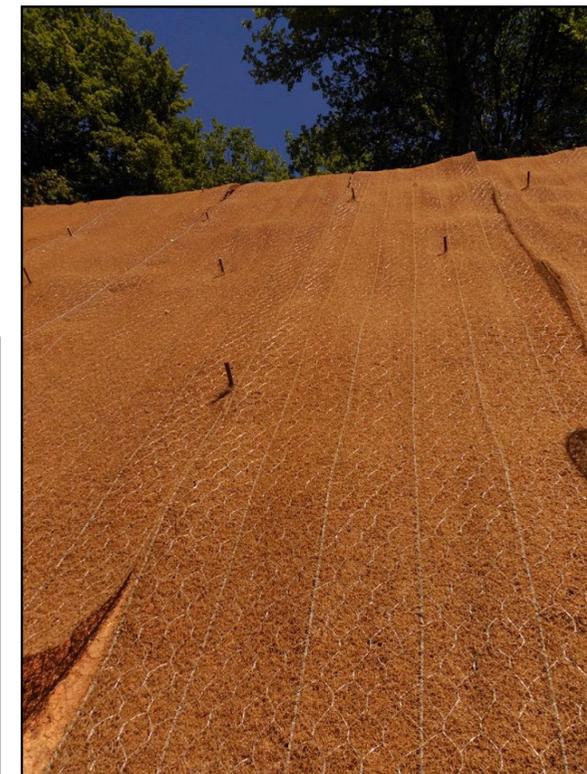
S.P. 64 Nursina – Arquata del Tronto (AP)

2023



Reti in aderenza su pendii naturali o su scavi in terreno sciolto

Soil Naling con rivestimento strutturale flessibile



Rivestimento anti-erosivo ad elevata rigidezza di scavi definitivi

Reti in aderenza su pendii naturali o su scavi in terreno sciolto

Soil Naling con rivestimento strutturale flessibile



Reti in aderenza su pendii in terreno sciolto o roccia fortemente degradata

S.P. 7 Nursina – Acquasanta del Tronto (AP)
2017



Reti in aderenza su pendii in terreno sciolto o roccia fortemente degradata

S.P. 7 Nursina – Acquasanta del Tronto (AP)

2023



Reti in aderenza su pendii in terreno sciolto o roccia fortemente degradata

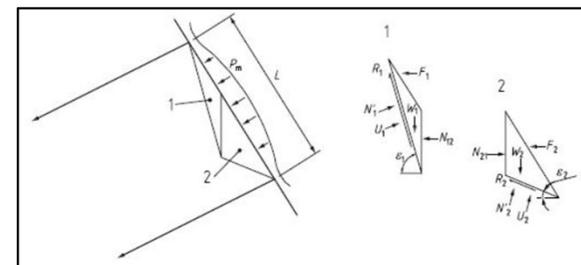
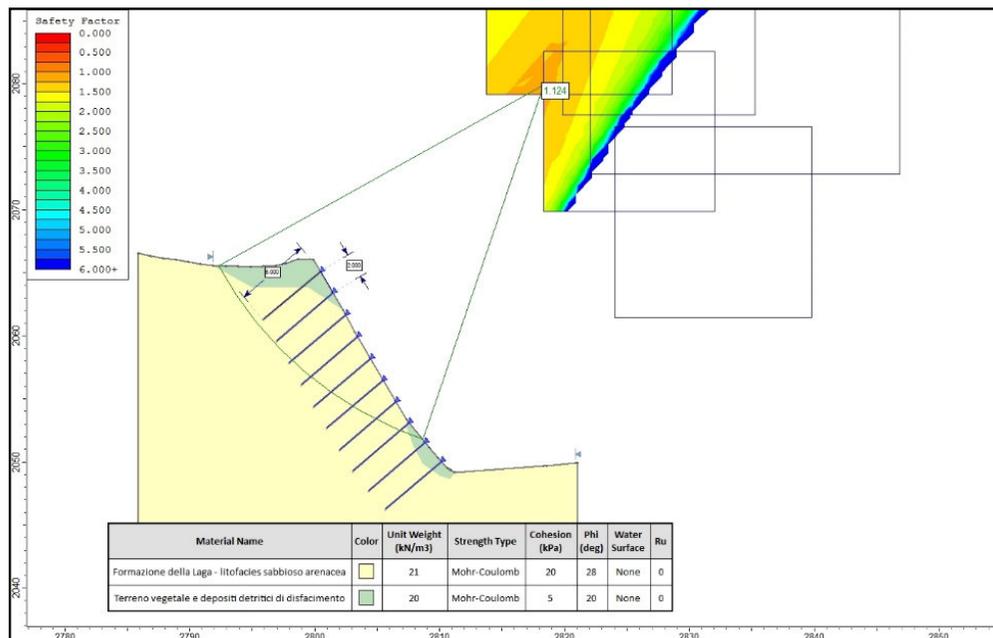
Taurano (AV)



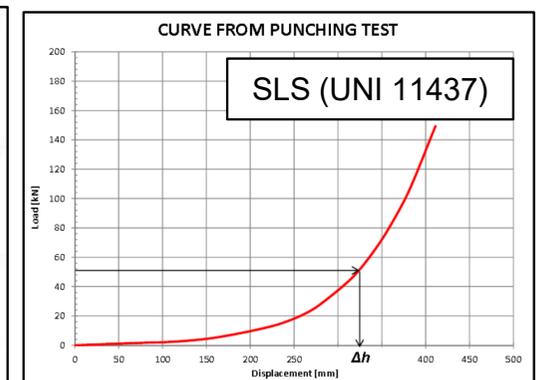
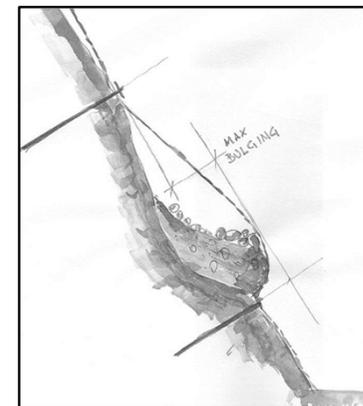
Soil Nailing con rivestimento strutturale flessibile

Verifica della stabilità globale e dimensionamento dei chiodi

Verifica agli stati limite ultimo e di servizio del rivestimento (software BIOS)



SLU (BS 8006-2)



Nuovo software di calcolo per interventi di soil-nailing

MACCAFERRI



Mac S-Design

MAKE YOUR SLOPE SAFER

*Sviluppato in collaborazione con il **Politecnico di Milano***

INNOVATION CENTER

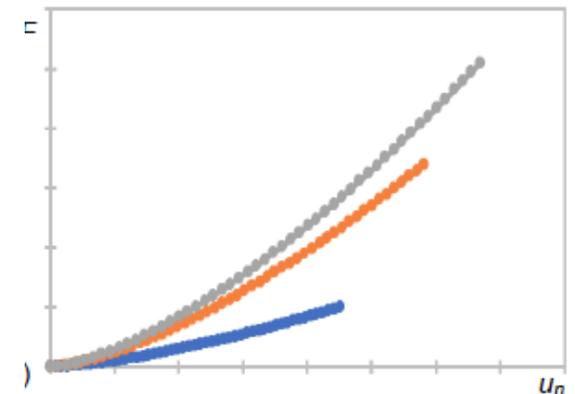
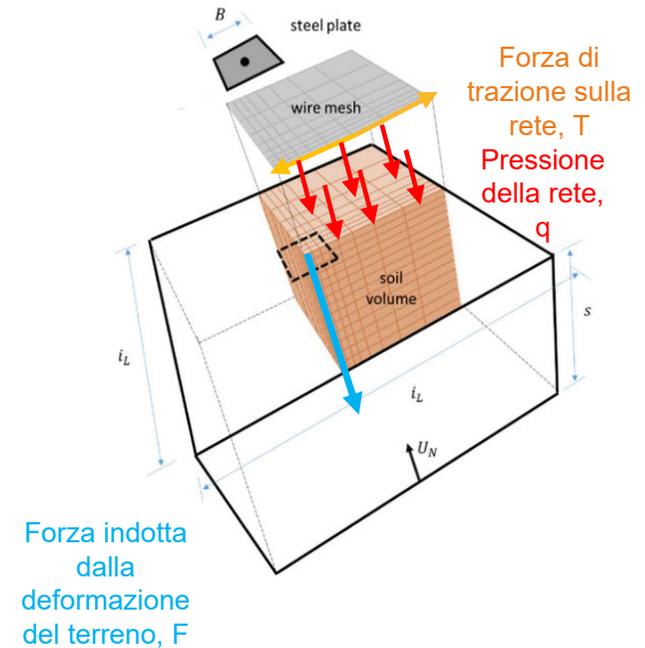
MACCAFERRI



Mac S-Design

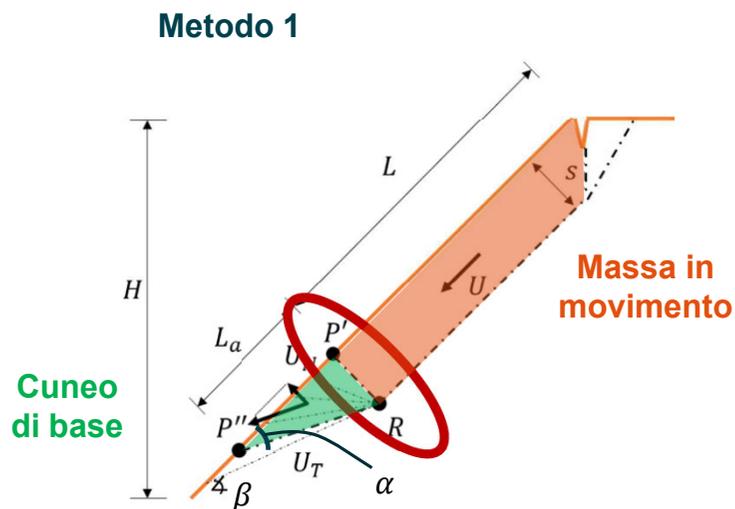
è basato su un **approccio ibrido**:

- L'equilibrio del terreno è analizzata mediante il metodo all'equilibrio limite
- L'azione stabilizzante fornita dall'intervento strutturale passivo è espresso attraverso una funzione caratteristica delle deformazioni terreno – rete elaborata mediante un'analisi agli elementi finiti e calibrata mediante test di laboratorio



LE ASSUNZIONI DI BASE DEL METODO E L'APPROCCIO SCHEMATICO

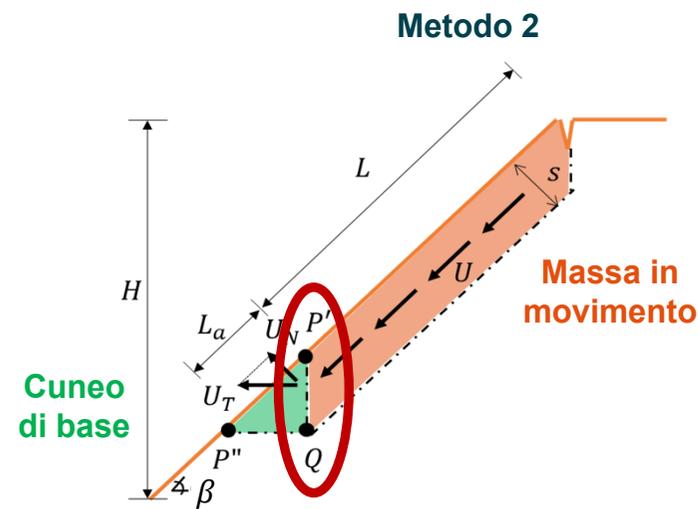
Due differenti approcci vengono considerati



Questo metodo considera un cuneo stabilizzante di base nel quale:

- Le forze indotte sono trasferite attraverso un'interfaccia P'R ortogonale alla superficie del pendio
- Differenti cunei di base possono essere considerati per ogni punto P' e ognuno di questi è definito da differenti valori di angolo α

Questo metodo è più compatibile con pendii molto inclinati



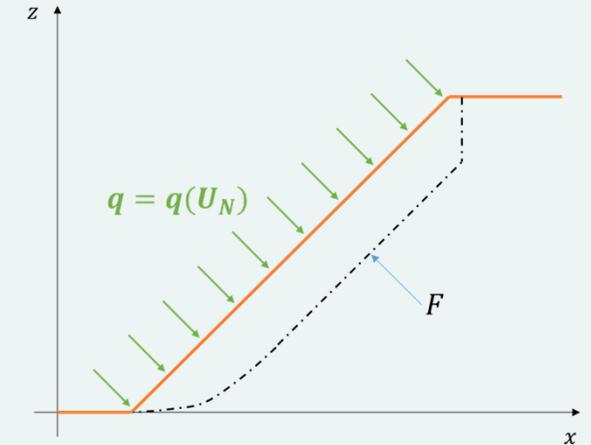
Questo metodo considera un cuneo stabilizzante di base nel quale:

- Le forze indotte sono trasferite attraverso un'interfaccia verticale P'Q,
- Esiste un singolo cuneo per ogni punto P'

Questo metodo è più compatibile con pendii poco inclinati

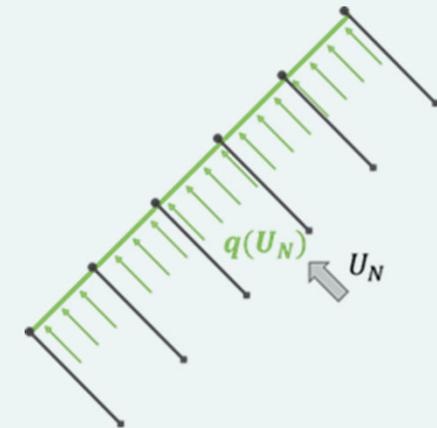
Fase 2: Analisi della stabilità

- Definizione della pressione stabilizzante richiesta "q"
- La rete dovrà fornire la pressione stabilizzante richiesta "q", in caso si verifichi un fenomeno gravitativo



Fase 3: Definizione della curva caratteristica

- La curva caratteristica può essere definita
- La pressione "q" che potrà essere fornita dalla rete dipende dalle deformazioni del terreno $U(x,z)$ e ovviamente dalle caratteristiche della rete impiegata
- La forza agente sull'ancoraggio può essere computata per garantire l'equilibrio del sistema

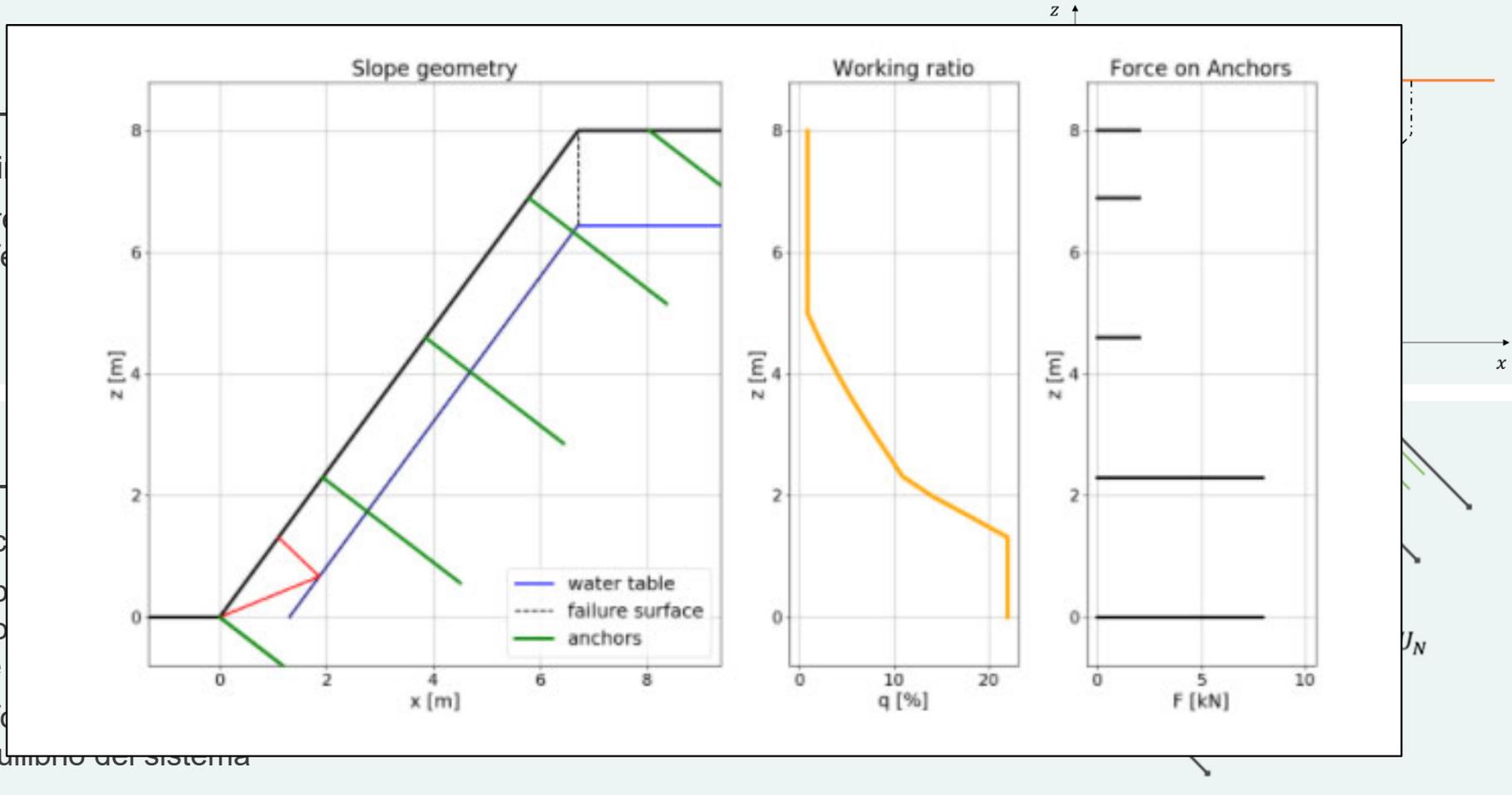


Fase 2:

- Defini
- La r
- un fe

Fase 3:

- La c
- La p
- defo
- rete
- La fo
- l'equilibrio del sistema



Barriere paramassi



Barriere paramassi

Struttura di intercettazione (rete)



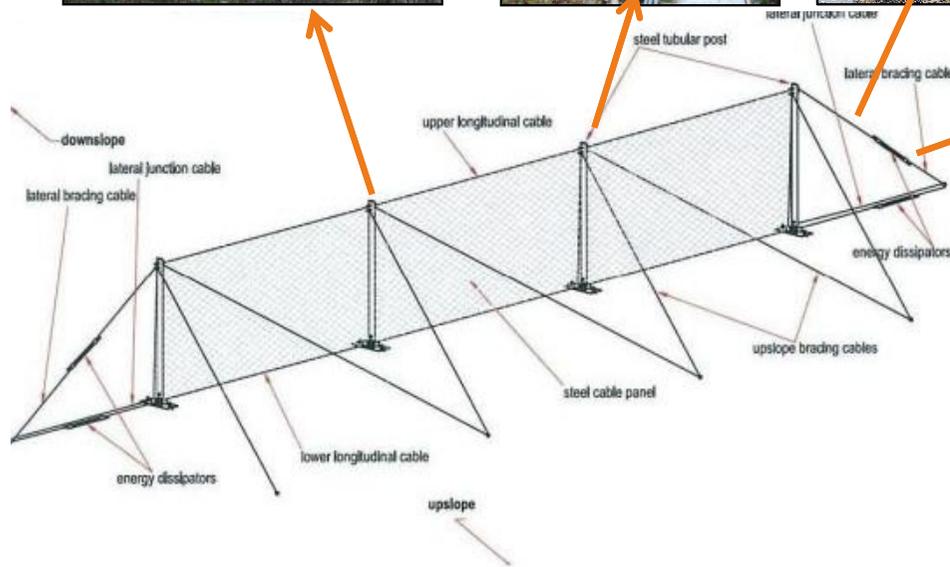
Struttura di supporto (montanti)



Componenti di connessione (funi, morsetti, grilli...)



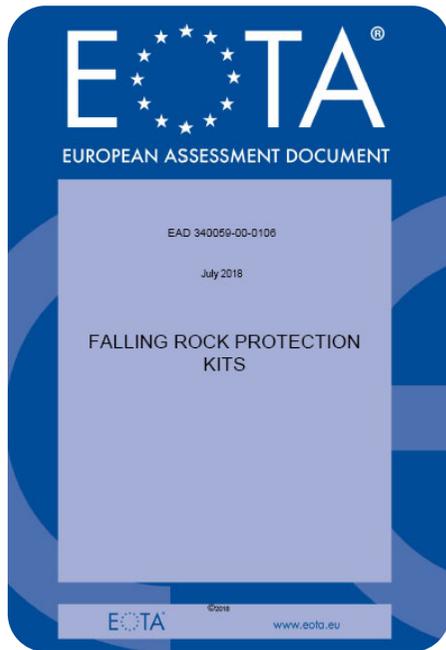
Dissipatori di energia



Fondazioni (NOTA: non sono parte del kit)



Come verificare la qualità di una barriera paramassi?



European Organisation for Technical Assessment



EAD 340059-00-0106 (ex ETAG 027)
European Assessment Document for Falling Rock Protection Kits
(2018)



1. Definisce le prescrizioni per effettuare i test in scala reale
2. Definisce i controlli da effettuare sulla produzione e sui materiali



ETA (European Technical Assessment) & Certificato di Costanza della Prestazione

Barriere paramassi

Campo prove di Fonzaso (BL)



Campo prove di Campiglia Cervo (BI)



Classificazione livello di energia in kJ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
SEL	-	85	170	330	500	660	1 000	1 500	>1 500
MEL \geq	100	250	500	1 000	1 500	2 000	3 000	4 500	>4 500

TEST 1 – MEL = Maximum Energy Level

- La barriera deve trattenere un masso col suo massimo livello energetico (100 %)
- L'altezza residua della struttura di intercettazione dopo l'impatto indica il livello qualitativo (CATEGORIA) della barriera

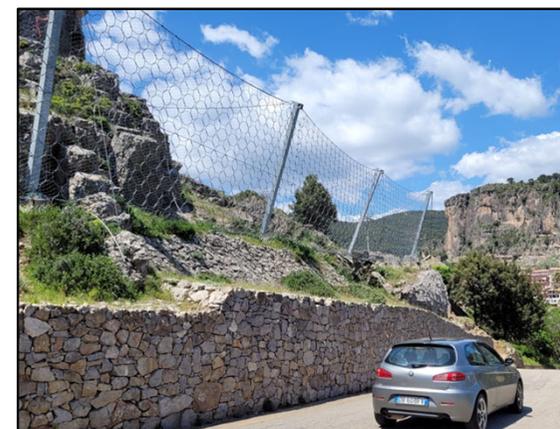
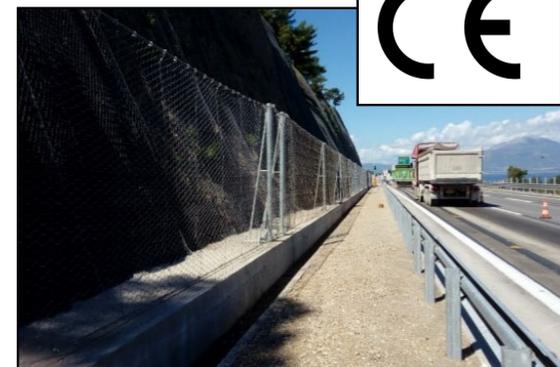
TEST 2 – SEL = Service Energy Level (1/3 MEL)

- La barriera deve trattenere senza subire gravi danni due impatti successivi di un masso con livello energetico pari ad 1/3 MEL
- L'altezza residua dopo il primo impatto deve essere maggiore del 70 %
- Nel secondo impatto la barriera deve solo trattenere il blocco

La gamma e le caratteristiche principali

Barriere	MEL (kJ)	Altezza nominale (m)	Altezze certificate ETAG 027 (m)	Interasse montanti **	Deformazione massima MEL (m)
RB 100 UAF *	100	2,13	2,0 – 2,5	8÷12 m	2,10
RB 750	750	3,16	3,0 – 3,5	8÷12 m	4,21
RB 1000	1000	3,75	3,5 – 5,0	8÷14 m	4,63
RB 1500	1500	4,02	4,0 – 5,0	8÷14 m	5,80
RB 2000 H4	2000	4,03	4,0 – 5,0	8÷12 m	7,91
RB 2000 H6	2000	5,95	6,0 – 7,0	8÷12 m	8,37
RB 3000	3000	5,03	5,0 – 6,0	8÷12 m	7,06
EPFM 5000	5500	6,05	6,0 – 7,0	10÷14 m	8,25
RB 9000	9000	6,97	7,0 – 8,0	8÷12 m	9,27

* senza controventi di monte



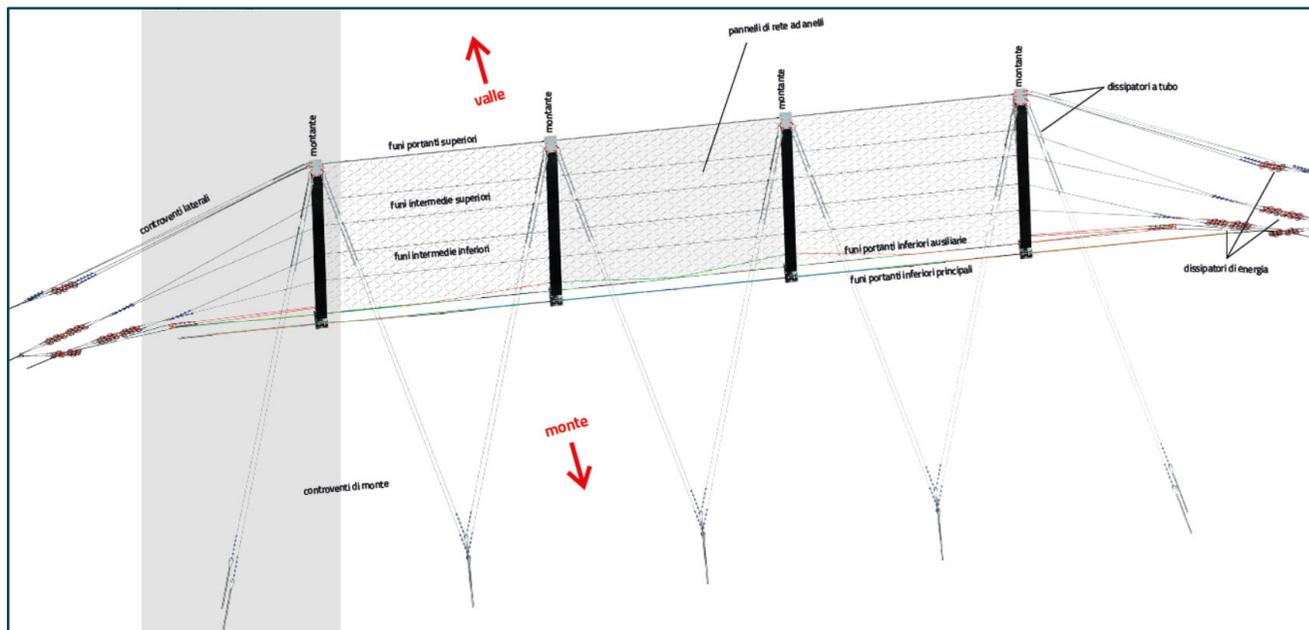
Nuova barriera paramassi RB 9000

MACCAFERRI

Principali dati della prova MEL

Peso del blocco di prova: 18822 kg
Velocità di impatto: 31,06 m/s
Energia cinetica reale: 9079 kJ

Altezza nominale: 6,97 m
Altezza residua: 4,49 m (64,4% dell'altezza nominale)
Allungamento massimo: 9,27 m



Nuova barriera paramassi RB 9000

Gaby (AO) – Maggio 2022



Nuova barriera paramassi RB 9000

MACCAFERRI

Gaby (AO) - 2022



Nuova barriera paramassi RB 9000

MACCAFERRI

Gaby (AO) - 2022



EOTA file No 15-34-0089-01.06

EAD 340089-00-0106

November 2019

FALLING ROCK PROTECTION
KITS WITH ENERGY LEVEL
(EL) LESS THAN 100KJ

Adopted European Assessment Document according to
Regulation (EU) No 305/2011, Annex II 7.



European Organization for Technical Assessment www.eota.eu



[About us](#)

[ETAs](#)

[EADs](#)

[News](#)

[Publications](#)



[Login](#)

340089-00-0106

Falling rock protection kits with energy level (EL) less than 100KJ

Pending for citation in OJEU



Barriere paramassi a bassa energia - EAD 340089-00-0106

MACCAFERRI

La gamma e le caratteristiche principali

Barriere	EL (kJ)	Altezza nominale (m)	Altezze certificate EAD (m)	Deformazione massima (m)
RB 35	35	1,34	1,35 – 1,85	1,57
RB 35 H2	35	1,93	2,00 – 2,50	2,17
RB 70	70	3,75	2,00 – 2,50	2,42

ETA
(European Technical Assessment)

EAD 340089-00-0106
“Falling Rock Protection Kits with Energy Level (EL) less than 100 kJ”



Barriere paramassi a bassa energia - EAD 340089-00-0106

MACCAFERRI

Oggebbio, VCO (Italia)



Barriere paramassi a bassa energia - EAD 340089-00-0106

MACCAFERRI

Oggebbio, VCO (Italia)



Barriere paramassi a bassa energia - EAD 340089-00-0106

MACCAFERRI

Gorges du Creuset (38), Francia



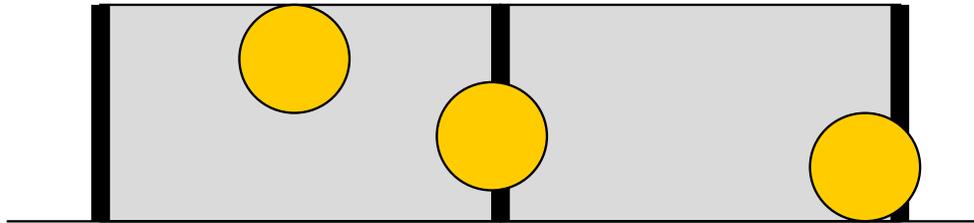
Barriere paramassi a bassa energia - EAD 340089-00-0106

MACCAFERRI

Gorges du Creuset (38), Francia



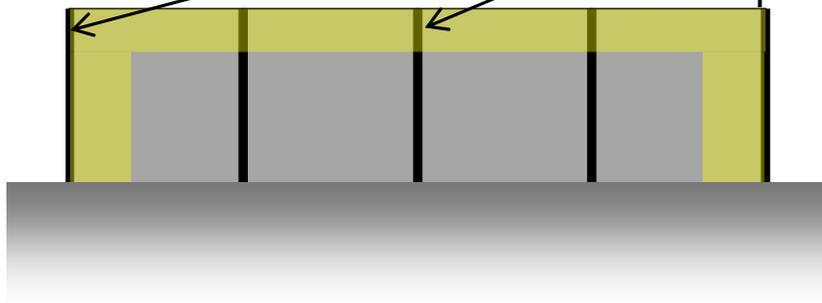
Barriere paramassi



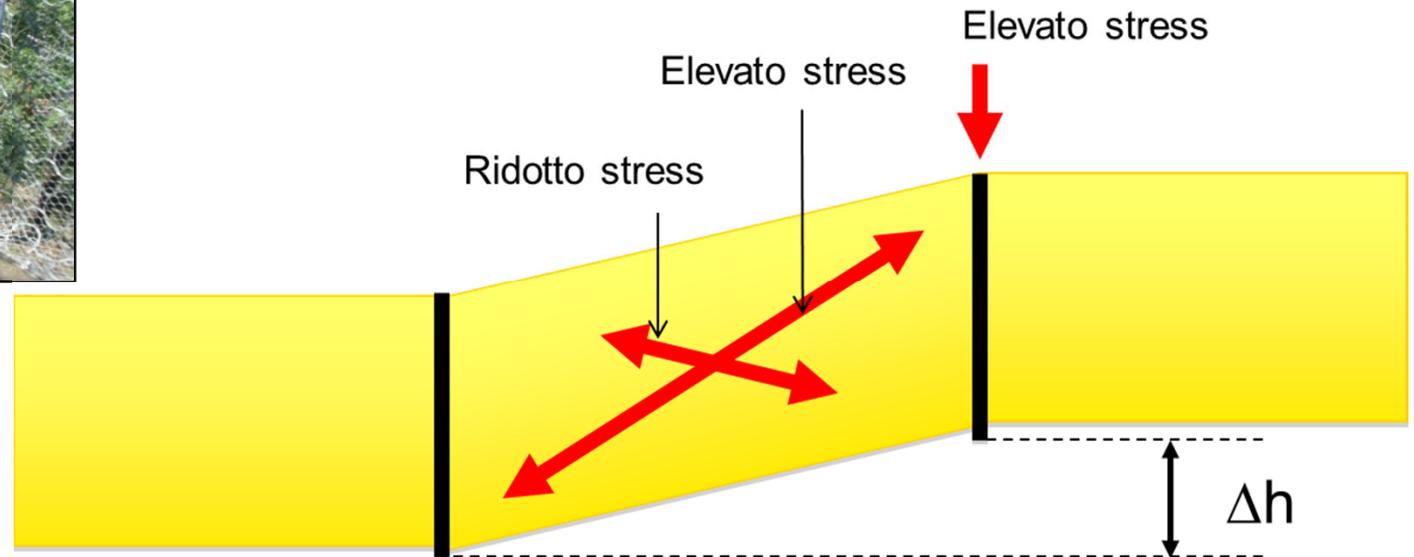
Nelle condizioni reali, le probabilità che la barriera venga impattata nel punto centrale della campata sono molto basse

Punti potenzialmente deboli:

- Porzione laterale della tratta
- Bordo superiore



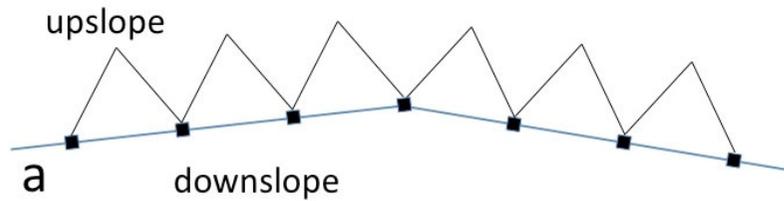
Barriere paramassi



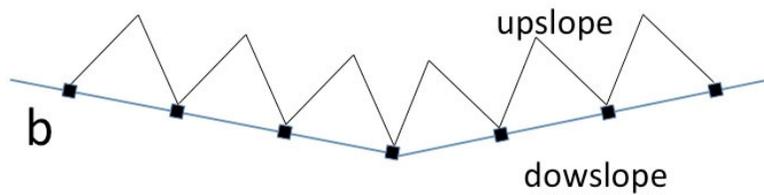
Se le basi dei montanti non sono disposte sullo stesso livello, la distribuzione delle forze sui vari component del kit non è uniforme: alcuni elementi potrebbero essere soggetti ad un carico maggiore rispetto a quello di progetto

Barriere paramassi

Se la barriera non ha un andamento rettilineo in pianta....



... l'altezza residua potrebbe essere inferiore e l'allungamento potrebbe essere maggiore



..... i montanti potrebbero essere soggetti ad un momento rotazionale verso monte



Progettazione

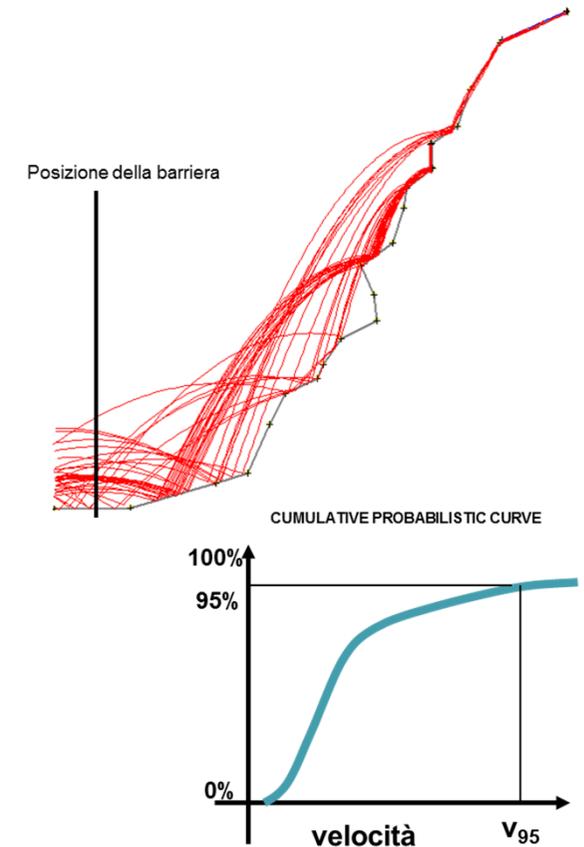
I crash test sulla barriera sono delle prove indicative perché sono sviluppate in particolari condizioni.

Non è dunque descritto il comportamento della barriera in tutte le condizioni.

Le variabili che definiscono le azioni agenti di progetto (volume del blocco di progetto, cinematismo di caduta lungo il pendio, ecc.) sono spesso affette da un'elevata incertezza

IL PROGETTO E' QUINDI BASATO SU UN APPROCCIO STATISTICO

UNI 11211-4:2018 «Opere di difesa dalla caduta massi – Parte 4: Progetto definitivo ed esecutivo» fornisce indicazioni di dettaglio sul dimensionamento delle barriere paramassi (e.g. verifica dell'energia, dell'altezza della barriera e della distanza di sicurezza)



DIMENSIONAMENTO DELLA BARRIERA PARAMASSI IN ACCORDO ALLA NORMA UNI 11211-4

UNI 11211-4: Ottobre 2018

Opere di difesa dalla caduta massi

*Parte 4: Progetto definitivo ed
esecutivo*



Ente Nazionale Italiano di Unificazione

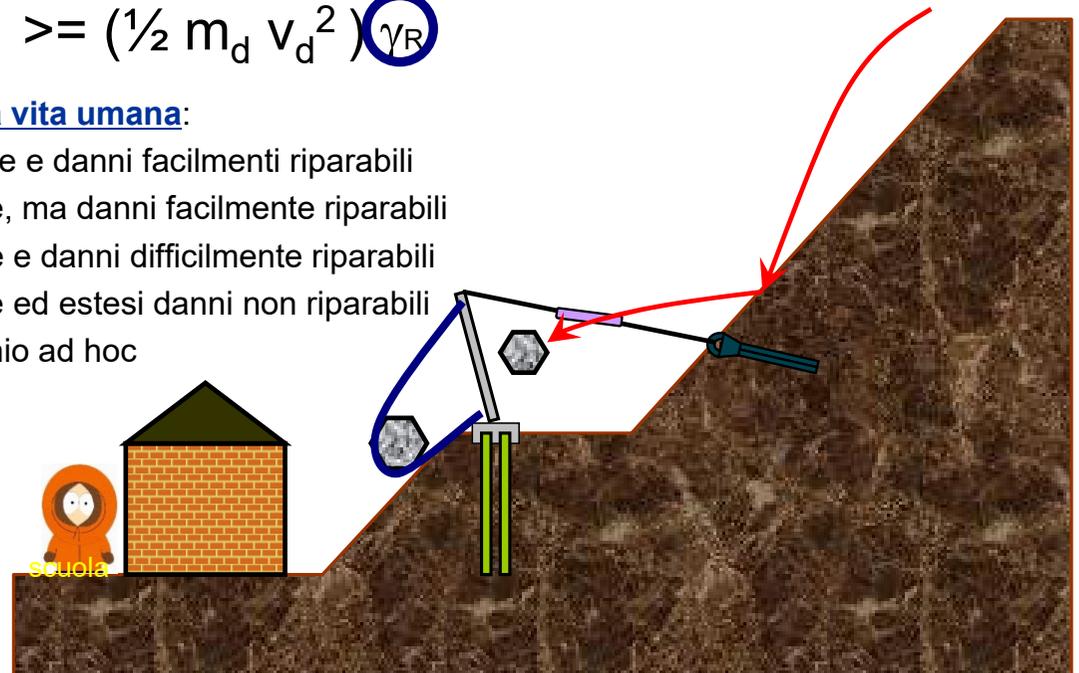
Energia di progetto (UNI 11211-4:2018)

L' **Energia sollecitante di progetto** (E_{sd}) è definita con la formulazione classica dell'energia cinetica, moltiplicata per un fattore di sicurezza (γ_E):

$$E_{sd} \geq \left(\frac{1}{2} m_d v_d^2 \right) \gamma_R$$

γ_R = fattore di sicurezza legato al rischio per la vita umana:

- = 1.00 modeste conseguenze economiche e danni facilmente riparabili
- = 1.05 rilevanti conseguenze economiche, ma danni facilmente riparabili
- = 1.10 rilevanti conseguenze economiche e danni difficilmente riparabili
- = 1.20 rilevanti conseguenze economiche ed estesi danni non riparabili
- = altro valore, derivante da analisi di rischio ad hoc



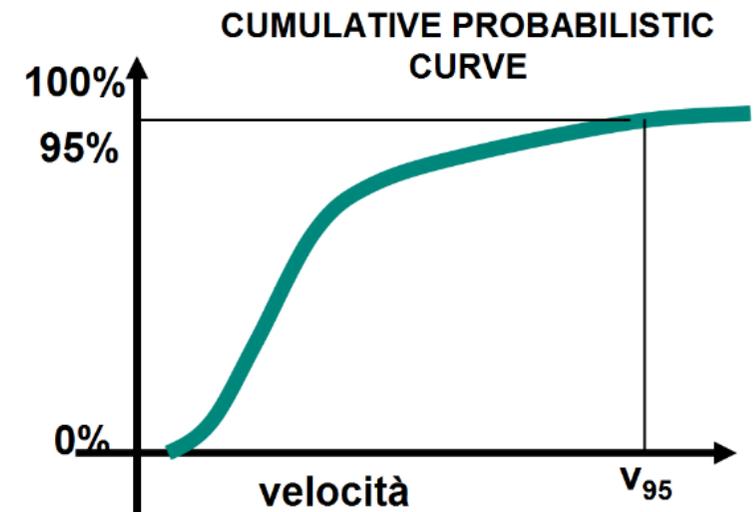
Velocità (UNI 11211-4: 2012)

La **velocità di progetto dei blocchi** (v_d) è definita come la velocità in corrispondenza del punto di impatto con l'opera corrispondente al frattile del 95% delle velocità calcolate (v_t) moltiplicata per il coefficiente di sicurezza (γ_F):

$$V_d = V_{95} \gamma_F = V_{95} (\gamma_{Tr} \gamma_{Dp})$$

γ_{Tr} = fattore di sicurezza che dipende dall'affidabilità delle simulazioni:
= 1.02 se il coeff. di restituzione è definito con back analysis
= 1.10 se il coeff. di restituzione è derivante dalle sole info bibliografiche

γ_{Dp} = fattore di sicurezza dovuto alla precisione del rilievo topografico:
= 1.02 se il pendio è discretizzato mediante un buon rilievo topografico
= 1.10 se il pendio è discretizzato con media-bassa precisione



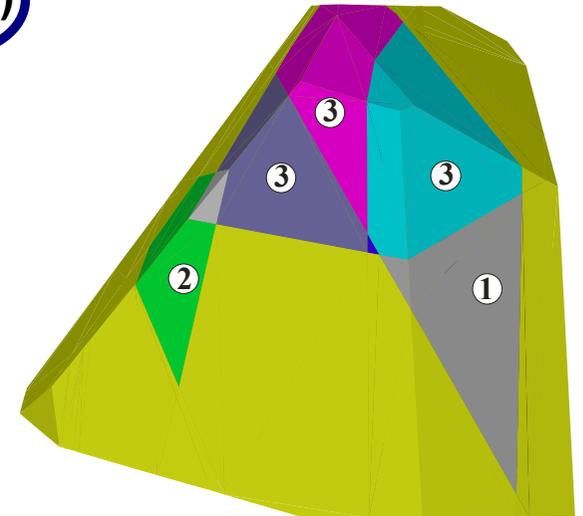
Massa Blocco (UNI 11211-4: 2012)

La **massa del blocco di progetto** (m_d) è definita come il prodotto del volume del blocco di progetto (Vol_b) per il peso specifico della roccia (γ), moltiplicato per un coefficiente di sicurezza (γ_M):

$$m_d = (Vol_b \ \gamma) \ \gamma_M = (Vol_b \ \gamma) (\gamma_\gamma \ \gamma_{VolIF1})$$

γ_γ = fattore di sicurezza legato alla valutazione della massa per unità di volume della roccia = 1.00 (generalmente)

γ_{VolIF1} = fattore di sicurezza legato alla precisione del rilievo del volume del blocco di progetto:
= 1.02 per rilievi accurati della parete (fotogrammetria, rilievi geomeccanici, ecc.)
= 1.10 in assenza di rilievi legati al progetto.



Livello energetico di progetto (UNI – ETAG)

Il progetto di una barriera allo **Stato limite ultimo** significa riferire il progetto al **MEL (Maximum Energy Level dei crash test)**

- Deve essere utilizzata la capacità massima della barriera
- Si prevedono impatti singoli
- Sono possibili e convenienti frequenti ispezioni e lavori di manutenzioni in sito
- Esistono problemi di costi

Il progetto della barriera allo **Stato limite di servizio** significa riferire il progetto al **SEL (Service Energy Level = 1/3 MEL) → PER IMPATTI MULTIPLI**

- Non sono ammessi danni significativi alla barriera
- Si prevedono impatti multipli dei massi
- Sono difficili da fare frequenti ispezioni e lavori di manutenzione in sito
- Non ci sono problemi di costo

Verifica dell'Energia (UNI 11211-4)

L' **Energia sollecitante di progetto** (E_{sd}) deve risultare minore dell'energia dissipabile dalla barriera fattorizzata per un fattore di sicurezza (γ_E):

$$E_{sd} < E_{barriera} / \gamma_E$$

γ_E = fattore di sicurezza legato al livello energetico di progetto scelto:

- = 1.00 nel caso di approccio al SEL
- = 1.20 nel caso di approccio al MEL

Nota Bene:

Se per motivi morfologici è necessario installare una barriera con meno di 3 campate:

- = 1.00 nel caso di approccio al SEL
- = 1.20 nel caso di approccio al MEL, e ricorrere a 2 stendimenti paralleli
- = 2.00 nel caso di approccio al MEL



Verifica dell'altezza di intercettazione

Valutazione **dell'altezza della barriera**

$$h_{TOT} \geq h_d + f_{min} \quad \text{dove: } h_d \geq h_{95} \gamma_{Tr} \gamma_{Dp}$$

h_{TOT} altezza commerciale della barriera in accordo a ETAG 027

h_{95} altezza del punto di impatto del baricentro del blocco al frattile del 95% delle altezze calcolate

h_d altezza di impatto di progetto

f_{min} franco libero minimo, pari al raggio del blocco e comunque non inferiore a 0,5 m

γ_{Tr} fattore di sicurezza che dipende dall'**affidabilità delle simulazioni**:

= 1.02 se il coeff. di restituzione è definito con back analysis

= 1.10 se il coeff. di restituzione è derivante dalle sole info bibliografiche

γ_{Dp} fattore di sicurezza dovuto alla **precisione del rilievo topografico**:

= 1.02 se il pendio è discretizzato mediante un buon rilievo topografico

= 1.10 se il pendio è discretizzato con media-bassa precisione

Verifica della deformazione (UNI 11211-4)

Valutazione della deformazione della barriera

$$d_{\text{Arresto}} \geq d_{\text{barriera}} \gamma_d$$

γ_d = coefficiente di sicurezza sulla deformazione della barriera:

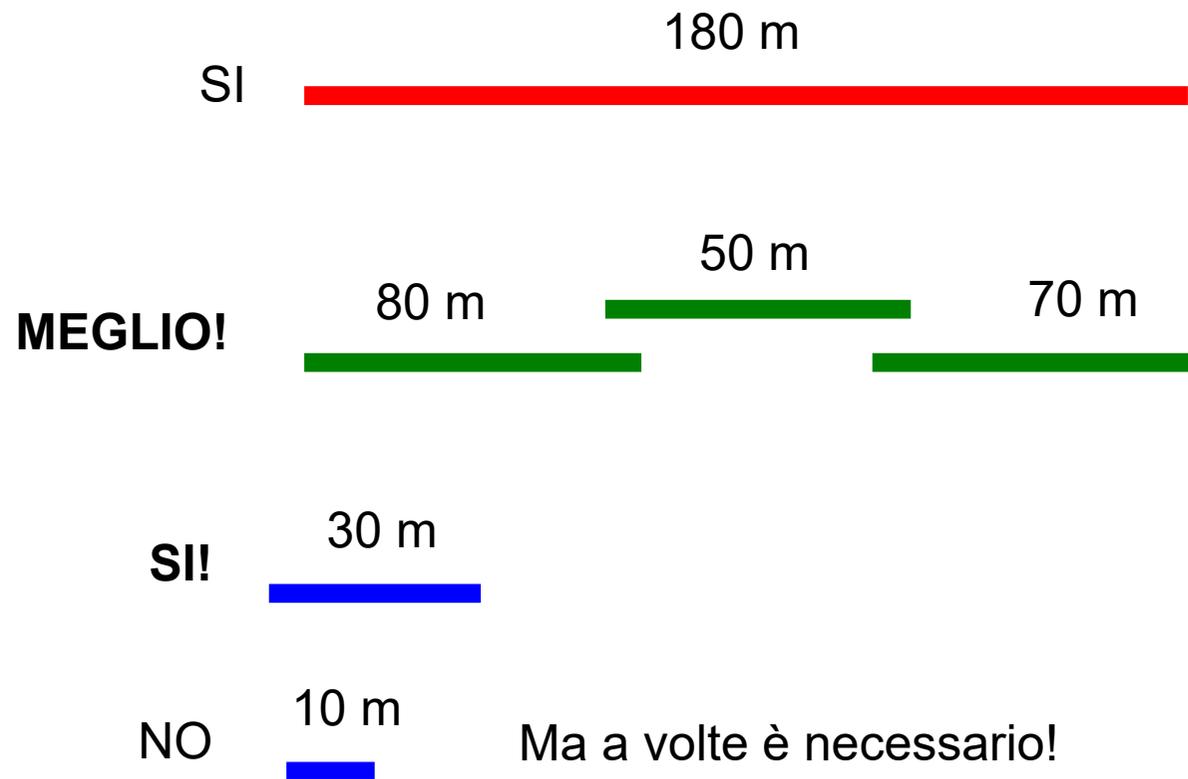
= 1.30 se è stato utilizzato l'approccio al MEL

= 1.50 con l'approccio al MEL e le campate di estremità sono comprese nell'area delle possibili traiettorie OPPURE la barriera ha meno di 3 campate

= 1.00 se è stato utilizzato l'approccio al SEL



Lunghezza delle tratte

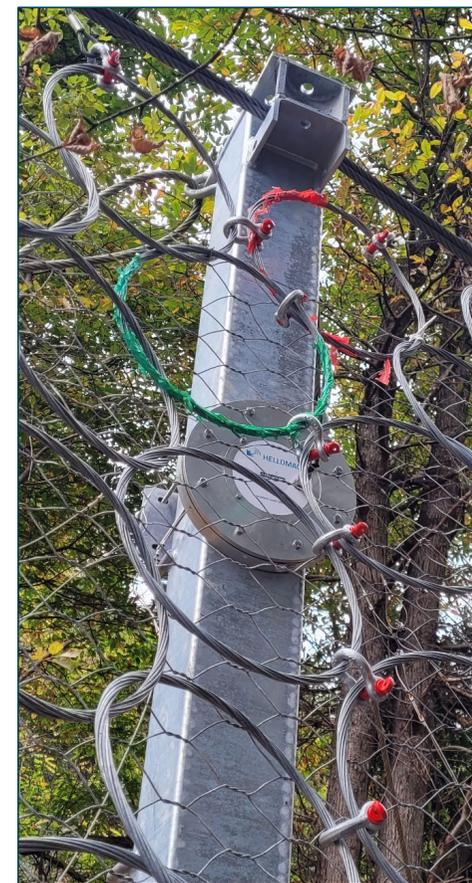


Ma a volte è necessario!

Efficienza barriere paramassi: sistema di allertamento

MACCAFERRI

RB 2000 (2000 kJ) - S.S. 34 - Ghiffa (VCO)
Installazione Giugno/Luglio 2022 – foto fine Settembre 2022



COS'È HELLOMAC?

MACCAFERRI

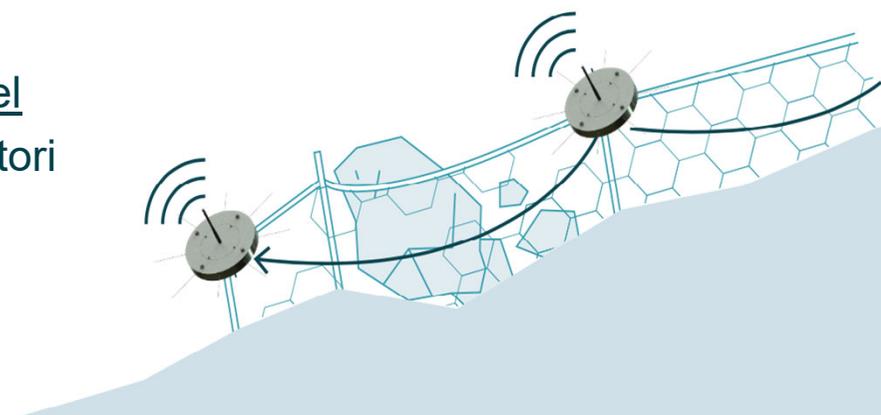
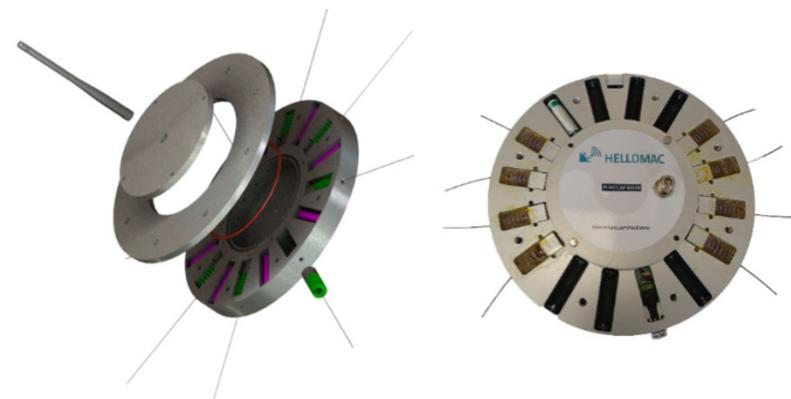


MAKE YOUR ROCKFALL PROTECTION SMARTER

HELLOMAC è un sistema di allerta studiato per la salvaguardia delle infrastrutture e degli edifici protetti da qualunque tipo di barriere paramassi o opera di protezione deformabile.

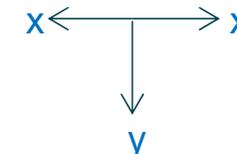
L'informazione che si ottiene è riferita al lavoro della barriera nel suo insieme e non al solo lavoro di parti di questa quali dissipatori di energia, ancoraggi o montanti: infatti **NON** è necessario un processo di elaborazione dei dati e valori di spostamento o deformazione.

HELLOMAC traduce un evento di impatto che ha interessato la barriera al livello di energia impostato nell'attivazione dei sensori.

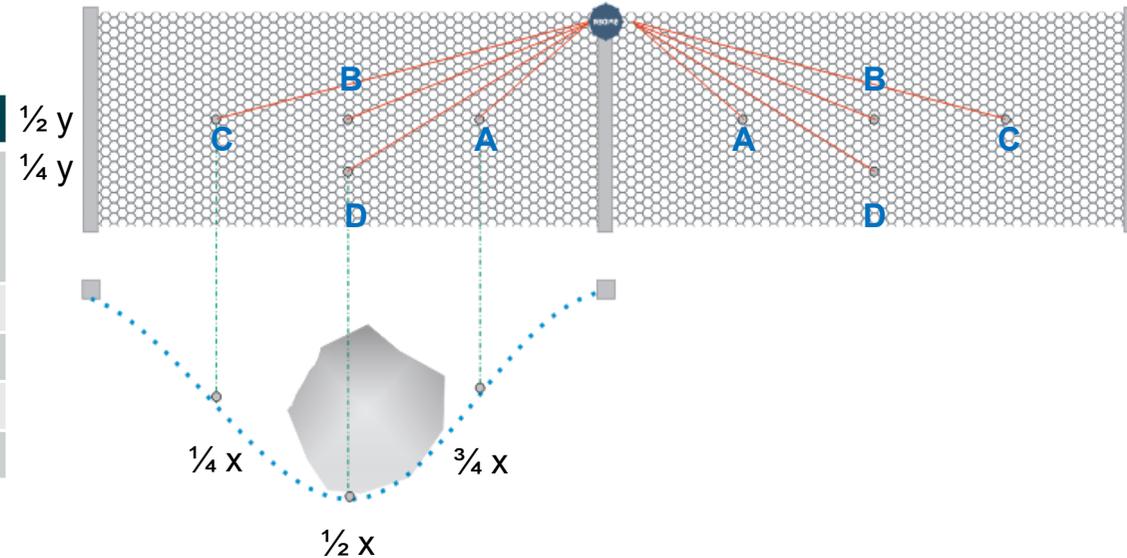


Come si installa

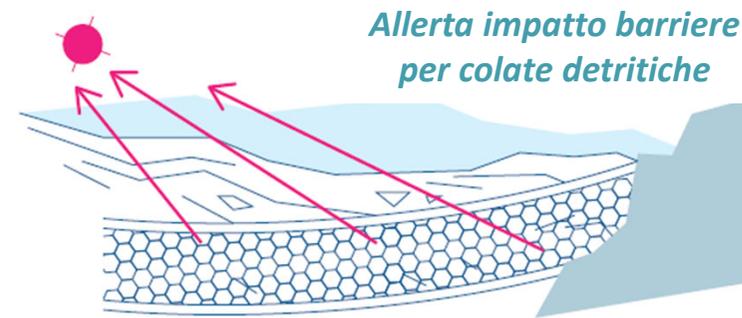
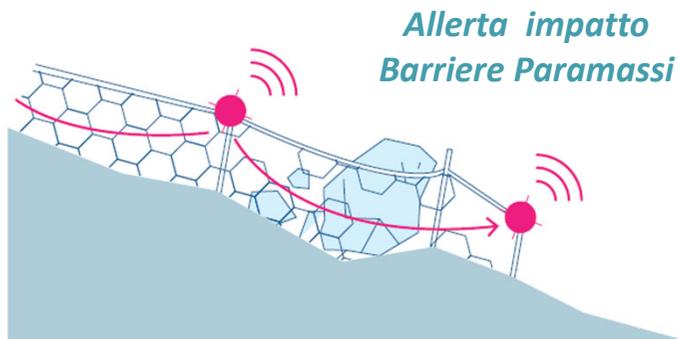
- In base al modello della barriera
- Possibilità di integrazione del sistema su barriere già esistenti



Modello: Maccaferri RB 1500 (10m x 4m)			
Posizione	Lunghezza del lasco del tirante [m]	Distanza senza lasco [m]	Lunghezza totale del tirante [m]
A	1.26	3.20	4.46
B	1.93	5.38	7.31
C	0.39	7.76	8.15
D	0.78	5.83	6.61



Principali campi di utilizzo



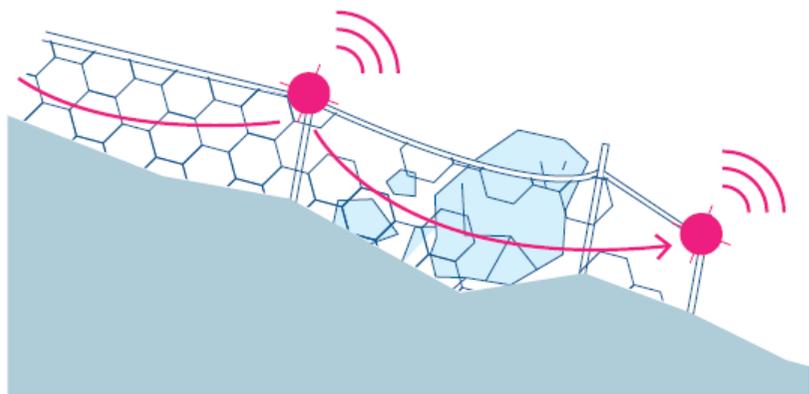
- M** Il sistema è progettato per funzionare in ambienti con impatti ad alta energia e condizioni climatiche aggressive.
- M** Pioggia, neve, vento e solo non creano alcun problema.
- M** Non sono presenti fili elettrici e/o punti deboli di possibile rottura.

Sistema di allerta «HelloMac»

MACCAFERRI

La trasmissione tra i dispositivi HELLOMAC e l'acquisitore HUBIR avviene in onde radio su una frequenza dedicata. In questo modo non è necessario avere una copertura della rete telefonica nel sito di installazione.

- M** Trasmissione dati via GSM o satellite (Iridium)
- M** HUBIR può interfacciarsi con altri sensori
- M** **Controllo automatizzato di allarmi e comandi locali (sirene, semafori, sbarre, ecc)**



Estensione del sistema

altri sensori disponibili



Estensimetri, fessurimetri, celle di carico
Equipaggiati con trasmettitore radio SFL



Stazione meteo compatta
Pioggia, temperatura, umidità



HUBIR

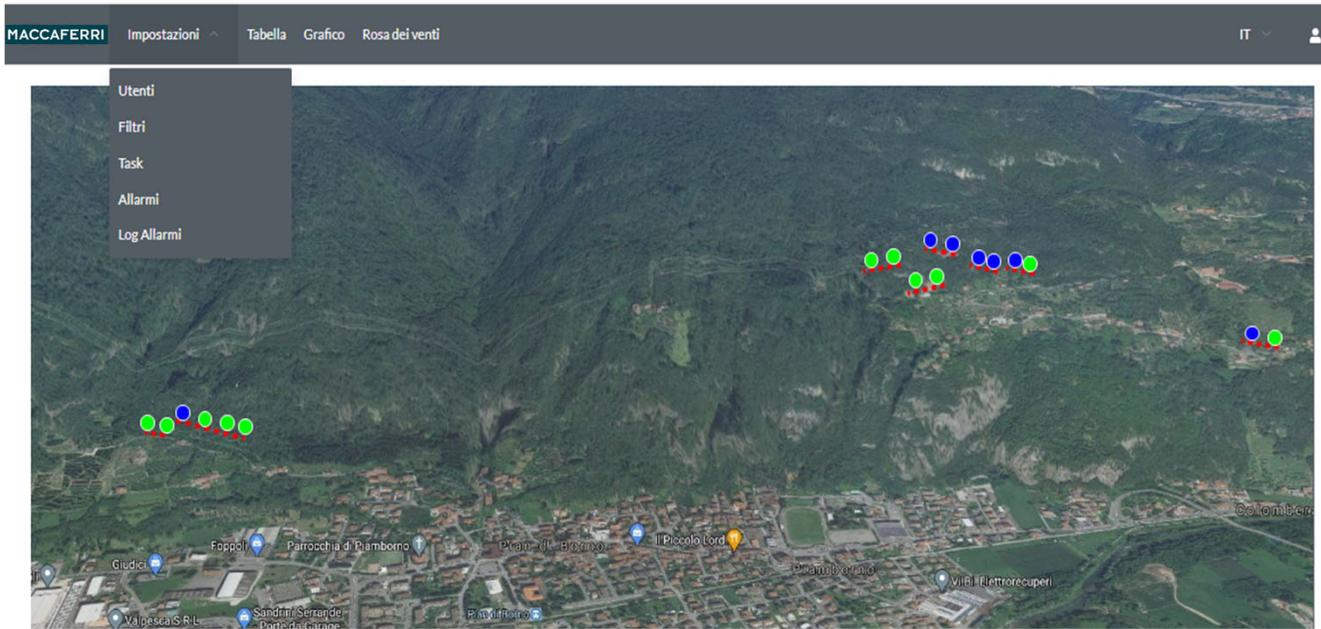
Sistema di allerta «HelloMac»

M Geolocalizzazione

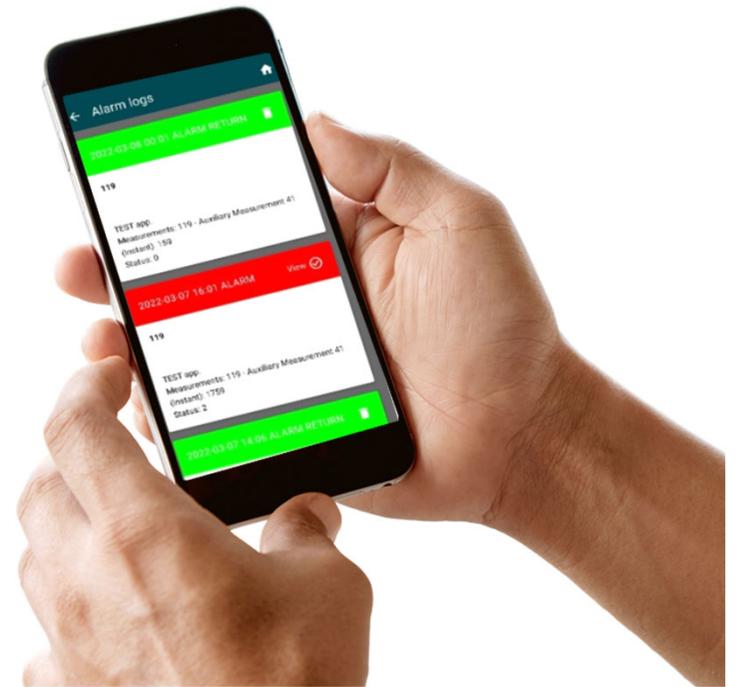
M Avvisi

M Dati

M Notifiche



WEB CLIENT



HELLOMAC APP



AFFIDABILE

- Sistema di allerta **in tempo reale**
- **Trasmissione giornaliera** dello stato per ciascun sistema
- **Mai senza copertura di rete**
- Un dispositivo, **8 sensori** e rilevamento completo di qualsiasi movimento



FACILE DA INSTALLARE

- Peso limitato e dimensioni ridotte
- Facile da installare e senza manodopera qualificata
- Installazione su ogni protezione paramassi, anche quelle esistenti



ESENTE DA MANUTENZIONE

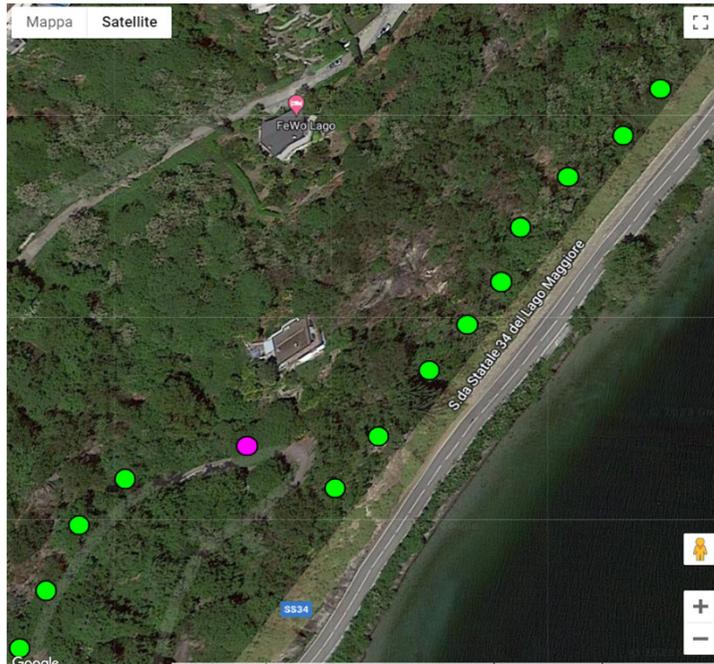
- 7 batterie con una durata nominale di **almeno 5 anni**
- **Nessuna attività di cablaggio**
- Progettato per operare in climi aggressivi
- **Testato contro gli impatti**

A graphic overlay on the right side of the image. It features a white outline map of Europe set against a dark teal background with a faint, repeating pattern of evergreen trees. A yellow location pin is placed on the northern coast of Italy, indicating the location of Verbania. The text 'Protezione sempre on-line' and 'Verbania, Italia' is written in white at the bottom of this section.

Protezione sempre on-line
Verbania, Italia

UNA DELLE NOSTRE STORIE DI SUCCESSO: VERBANIA

MACCAFERRI



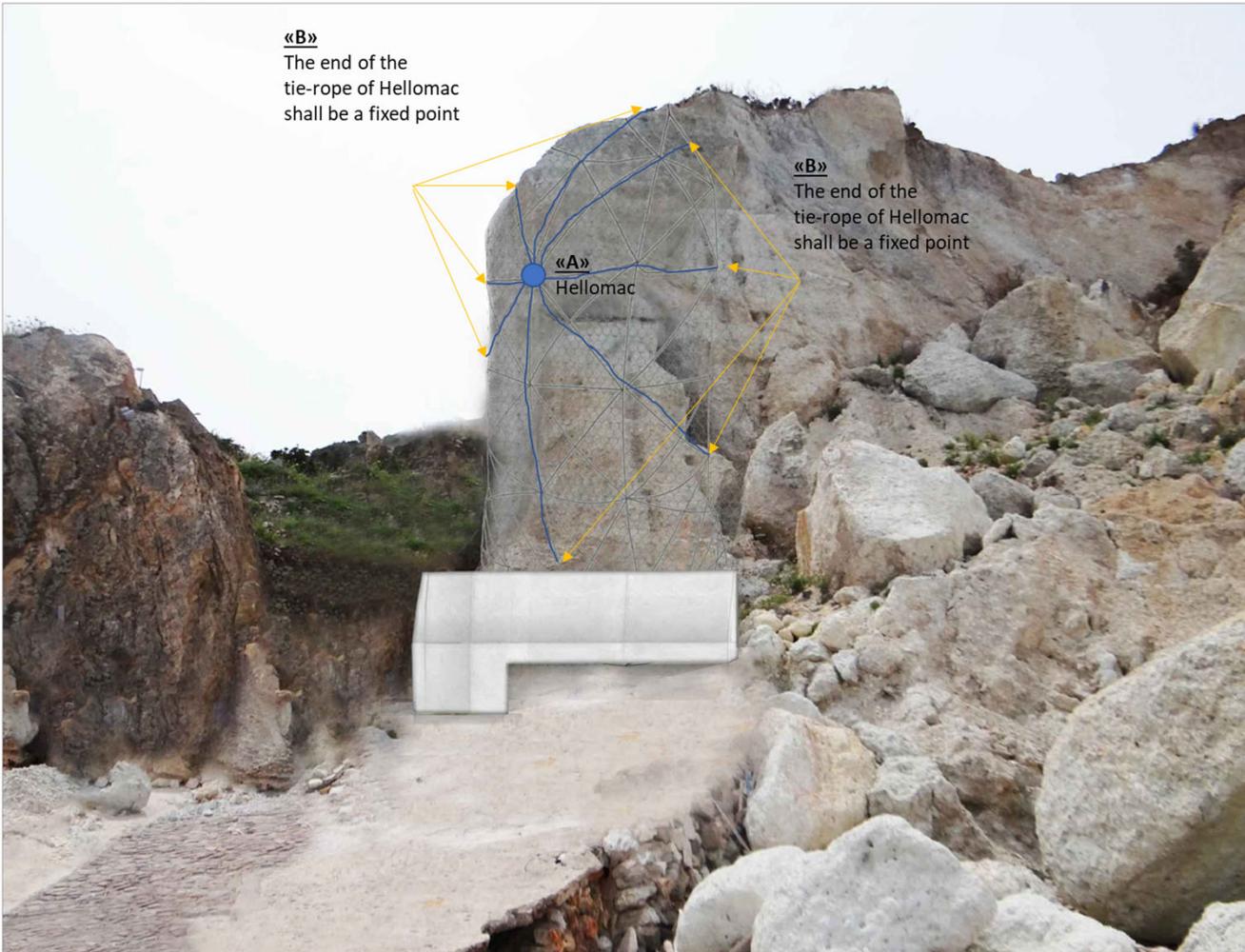


Una protezione intelligente
contro la caduta massi a
Cala Fonte,
Ponza, Italia

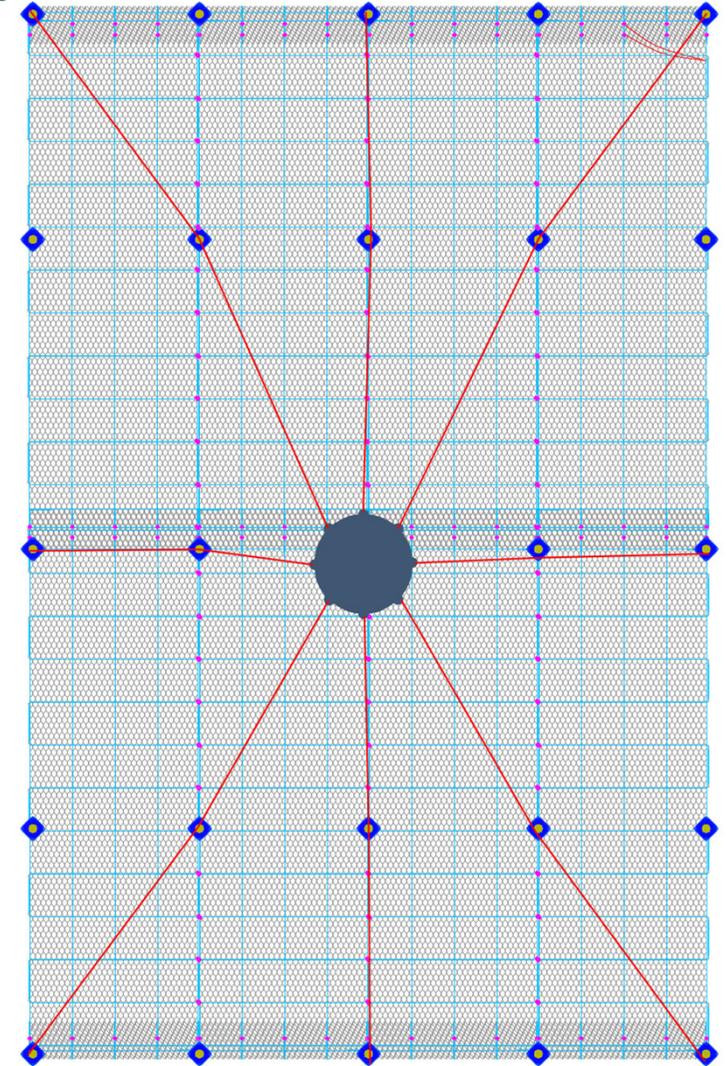
HELLOMAC SU RIVESTIMENTI CORTICALI

MACCAFERRI

«B»
The end of the
tie-rope of Hellomac
shall be a fixed point



«B»
The end of the
tie-rope of Hellomac
shall be a fixed point



UNA DELLE NOSTRE STORIE DI SUCCESSO: PONZA

MACCAFERRI



INSTALLAZIONE DIRETTA SU AMMASSI ROCCIOSI / CANALI

Ono San Pietro (BS)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Stefano Cardinali
Tel. +39 331 6235189
s.cardinali@maccaferri.com