



# Soluzioni per la protezione da caduta massi

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

*Sistema di allertamento HelloMac*

Autore

Stefano Cardinali

**MACCAFERRI**

## Soluzioni e strategia di intervento

MACCAFERRI

Interventi nella zona di distacco o di instabilità



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

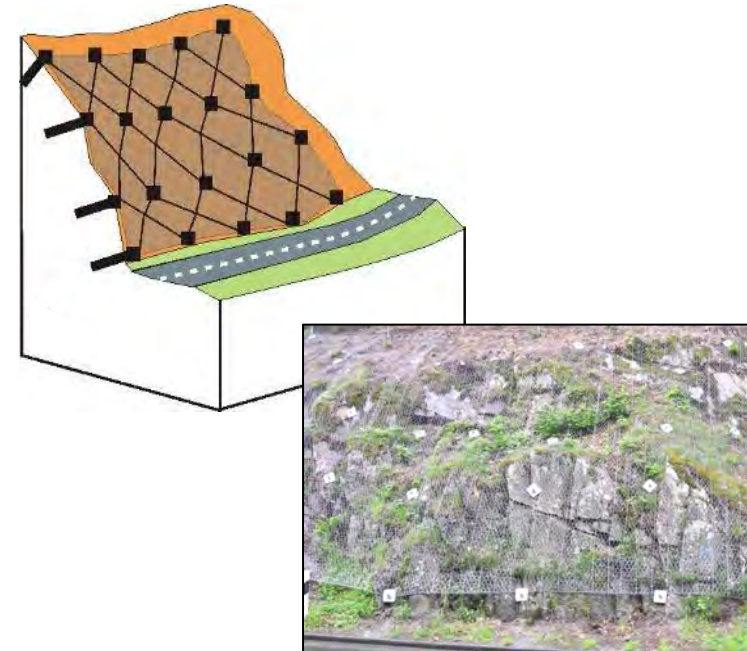


## Interventi nell'area di distacco

Rivestimento semplice



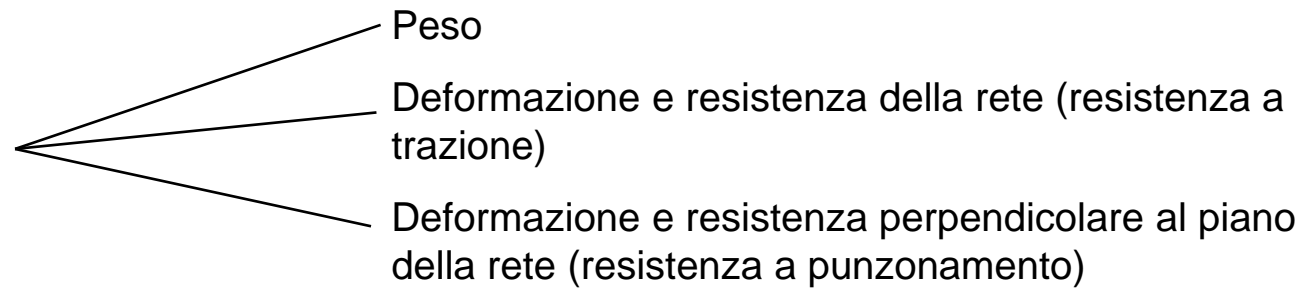
Rafforzamento corticale



## Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI

Principali proprietà delle reti



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

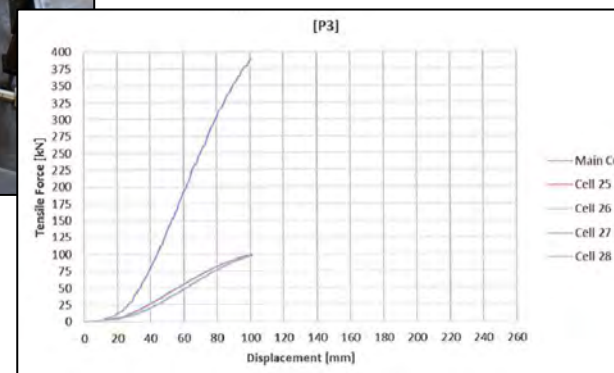
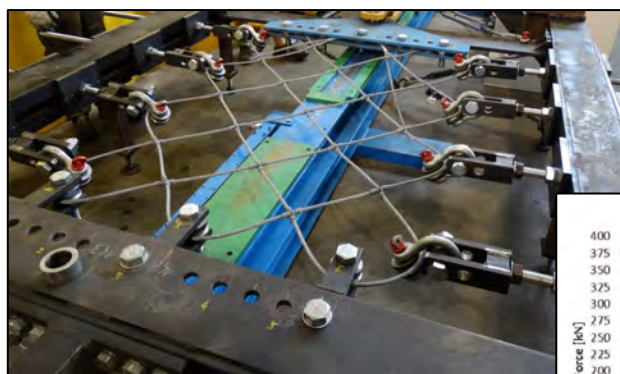
- Confronto sulla base di prove omogenee è possibile
- La deformabilità della rete non è trascurabile (la più alta resistenza è trascurabile se la deformabilità è troppo elevata)



# Reti in aderenza su pendii in roccia

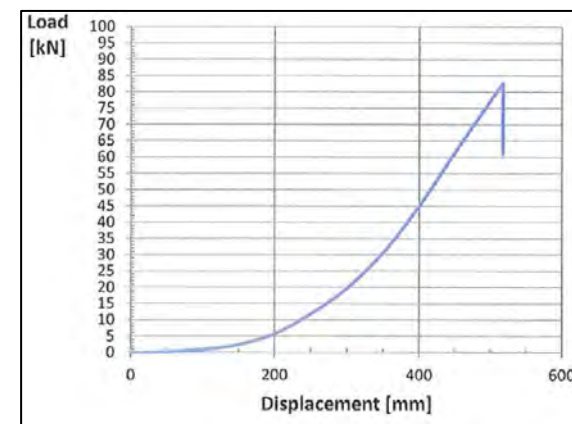
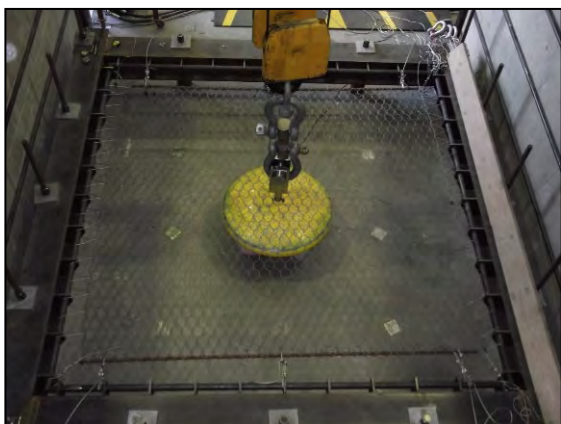
Caratterizzazione proprietà meccaniche delle reti metalliche  
UNI 11437:2012

## 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.

# Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 17 gennaio 2018

MACCAFERRI

## 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".

# Reti in aderenza su pendii in roccia



## Certificato di Costanza della Prestazione e DOP

**Notifikovaná osoba č. 1301**  
**TOLS** TECHNICKÝ A SKÚŠOBÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, s. r. o.  
 BUILDING TESTING AND RESEARCH INSTITUTE  
 Štefánikova 3, 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 R1) 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 scioglimento e crollo di blocchi, detriti e frammenti, sistemi di scoli railing. 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, 48069 Zola Predosa (BO) Italia

e fabbricato nello stabilimento di produzione  
**OM200902, OM200903, OM201002**  
**OM-2012-06, 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 238008-00-0106**

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 16 Dicembre 2016 e rimane valido fintanto che l'ETA, l'EAD, i prodotti da costruzione, i metodi AVCP o le condizioni di fabbricazione nell'impiego non vengono 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

**CE**

**Dichiarazione di Prestazione**  
 STEELGRID HR 30 8x10 2.7 GL-106-DOP-1928-20190301

Cliente:	
Designazione del materiale:	
Ordine:	nr
Documento di trasporto:	nr data:
Quantità:	

Nome Prodotto: **STEELGRID**

Tipo Prodotto: **HR 30 8x10 – 2.7 GLA**

Uso Previsto: Stabilizzazione di scarpate e versanti, controllo e prevenzione dello scioglimento di blocchi, della caduta di frammenti di dall'erose, sciami di scoli, lungo strade, autostrade e ferrovie.



Officine Maccaferri S.p.A.  
 Via L. Kennedy, 10  
 48069 Zola Predosa (BO) Italy  
 www.maccaferri.com

AVCP: System 1  
 TAB: STEEL, notifiková osoba Slovenský Ústav Stavebný  
 Valutazione tecnica europea: ETA 16/0758  
 EAD: 238008-00-0106  
 Ente notificato: TOLS, notifiková osoba Slovenský Ústav Stavebný, s. r. o.  
 Ha rilasciato il Certificato di Costanza della Prestazione: no. 1228

Caratteristiche essenziali	Prestazione	Specifiche Tecniche
Tipo maglia	8x10; 10x10; 11x11	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Diámetro filo	7.75; 8.00; 8.50	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Protezione del filo contro la corrosione	Zn 100g/m <sup>2</sup> o equivalente 90% o equivalente in zinco e a corrosione equivalente in zinco (Znec 2)	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Diámetro fune	8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza a trazione filo singolo	350 – 550 MPa, > 8%	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza a trazione della rete	150 o 180 kN	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Capacità di carico a punzonamento	135 o 142 kN	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Deformazione massima sotto carico	40 o 750 mm	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza a corrosione in SO <sub>2</sub>	> 200 h di corrosione di 3 mesi (gruppo)	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Resistenza a corrosione in ambiente salino (EN ISO 12937)	> 100 h (ambiente di 5% di NaCl)	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)
Durabilità: vita utile presunta (EN 10223-3)	50 o 100 anni (gruppo 2) (20 anni) (gruppo 4) (10 o 15 anni) (gruppo 5)	EAD 238008-00-0106 (EN 10223-3)

La validità del prodotto riduce sopra sono contenute le prestazioni dichiarate.

Si fa parte la presente della dichiarazione di prestazione, in accordo con (UE) n. 2023/11, sono a responsabilità esclusiva del fabbricante.

Firma a nome e per conto del fabbricante: 

Zola Predosa (BO) – 01/05/2019

Stabilimento di produzione come indicato sulla etichetta del prodotto e sul Certificato di Conformità del CE.  
 Il presente documento è valido solo in relazione al prodotto per il quale è stato emesso e non può essere utilizzato per altri prodotti. È vietata la ristampa o la riproduzione senza permesso scritto dalla Maccaferri. Il numero di copie è limitato a quello necessario per l'impiego e il numero di copie per il resto è ristretto a quello necessario per l'impiego da parte del Cliente. Il presente documento è conforme alle norme EN 10223-3:2013, Annex A e alla EN 10223-3:2013, Annex B.



## Reti in aderenza su pendii in roccia

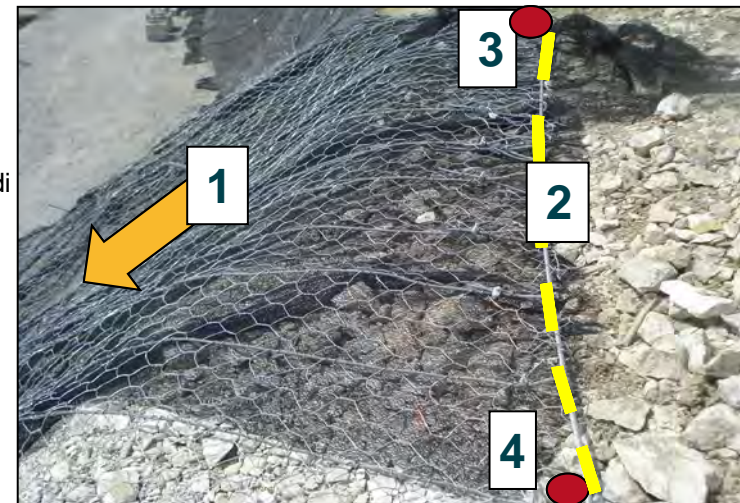
I rivestimenti semplici sono principalmente utilizzati per:

- **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

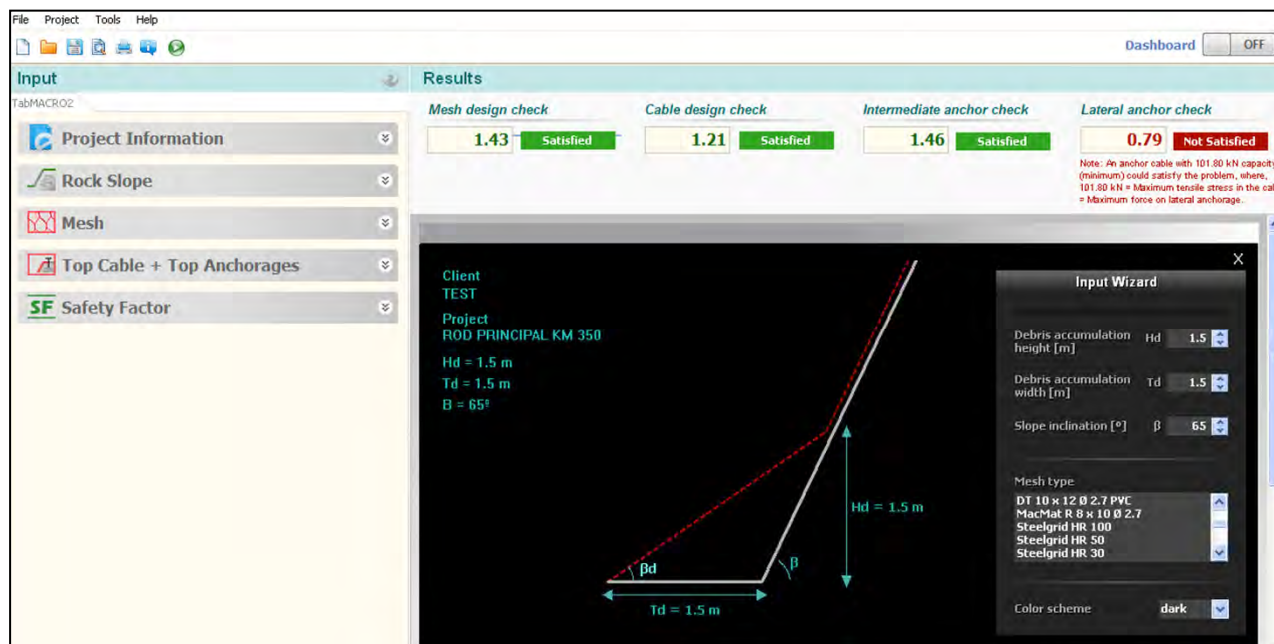
1. Resistenza della rete
2. Resistenza della fune di supporto sommitale, caricata dalla rete
3. Resistenza degli ancoraggi intermedi
4. Resistenza degli ancoraggi laterali



# Reti in aderenza su pendii in roccia

Software per il dimensionamento di rivestimenti semplici

## Macro 2

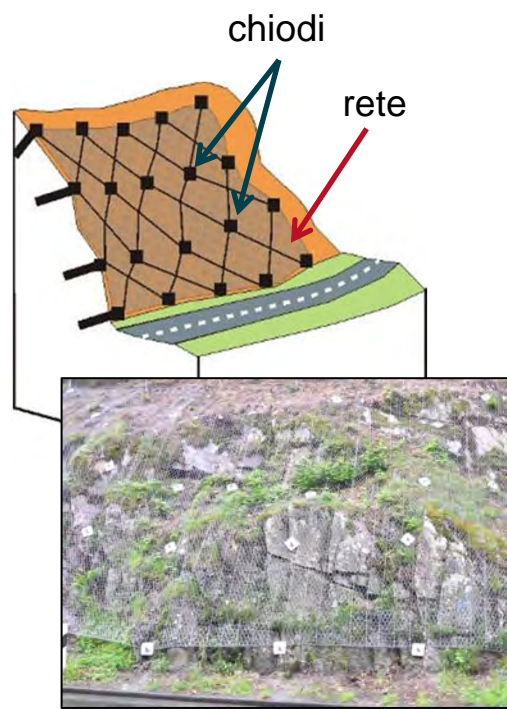


Conoscere il volume di detrito che può essere contenuto,

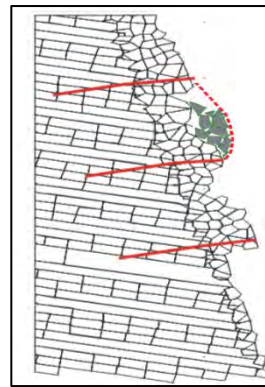
significa prevedere quando la rete raggiunge il carico limite

Oppure

prevedere i tempi per la manutenzione periodica

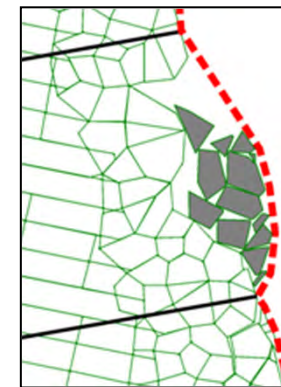


## Rafforzamenti corticali



### Ancoraggi

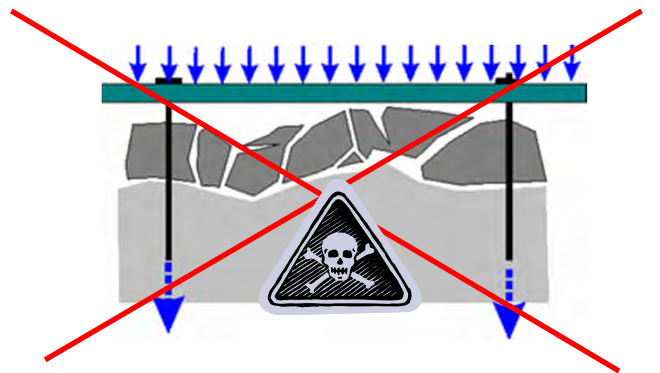
Migliorare la stabilità della coltre superficiale alterata/fratturata



### 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

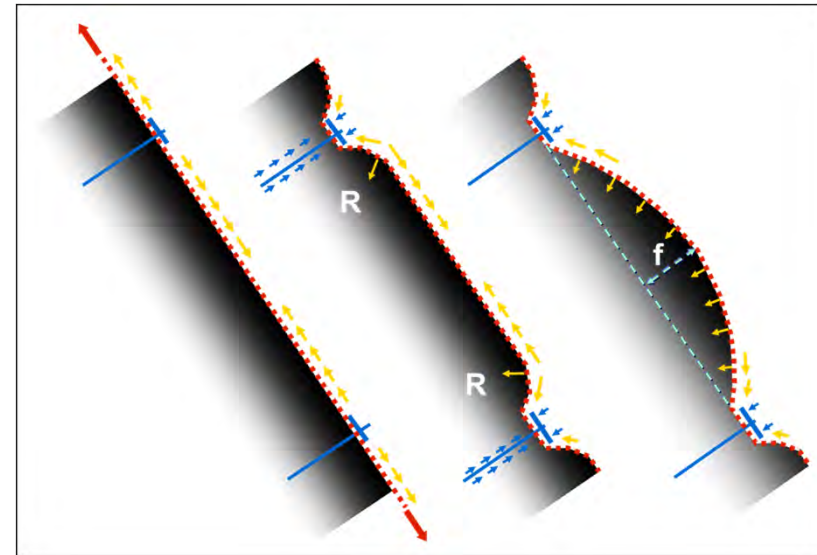
CIRIA 2005 – Soil nailing Best practice guidance: Flexible structural facing

## Reti in aderenza su pendii in roccia

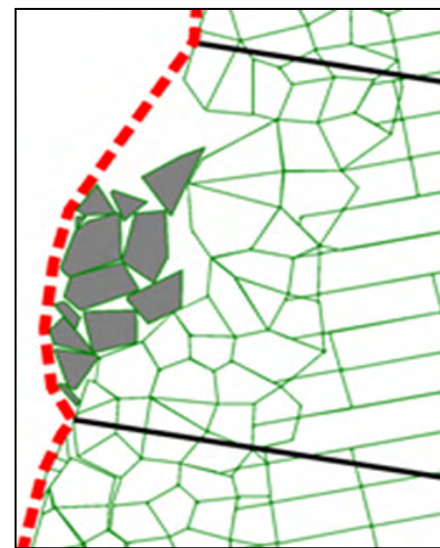
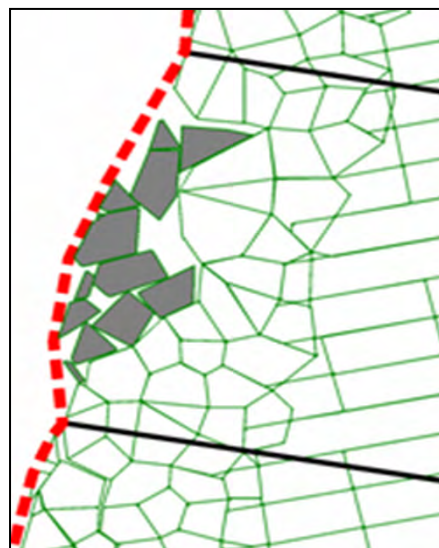
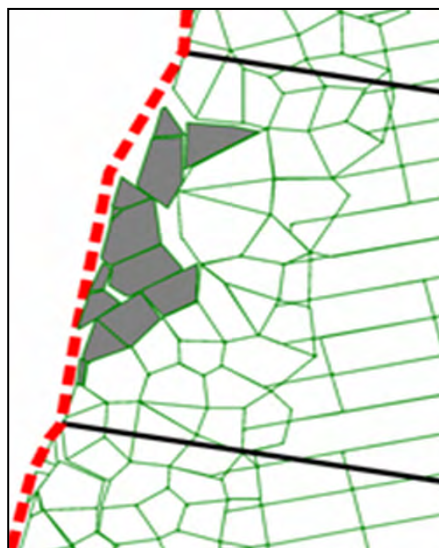
MACCAFERRI

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

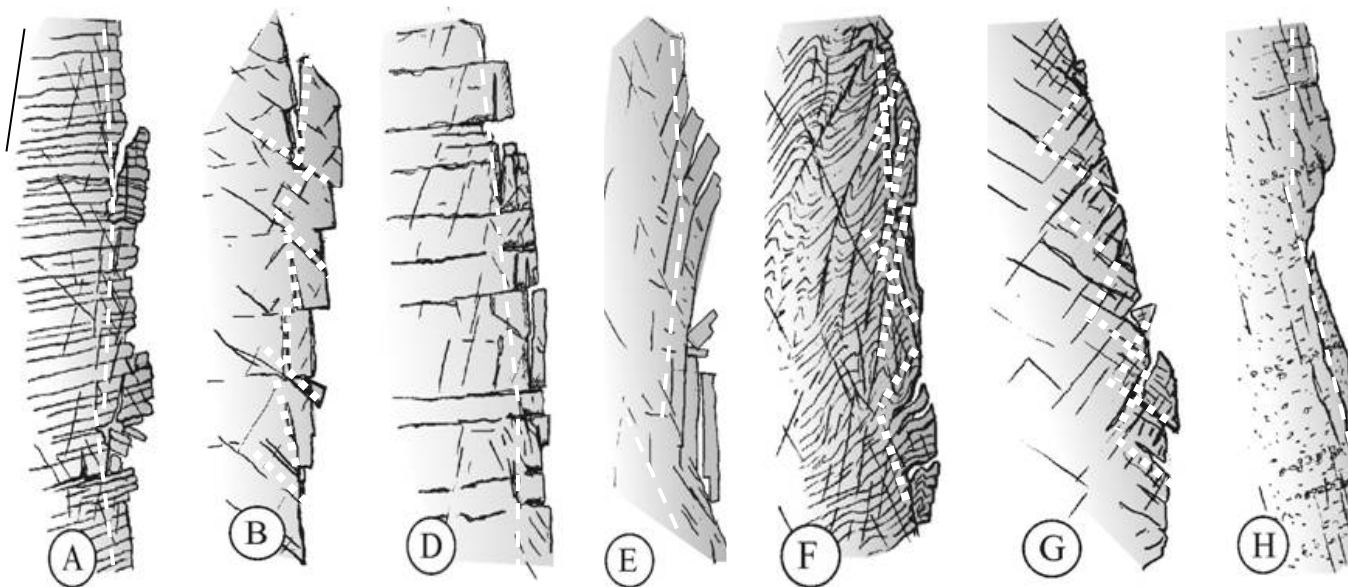


Rete troppo deformabile e flessibile = denudazione degli ancoraggi = minore stabilità

## Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI

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:

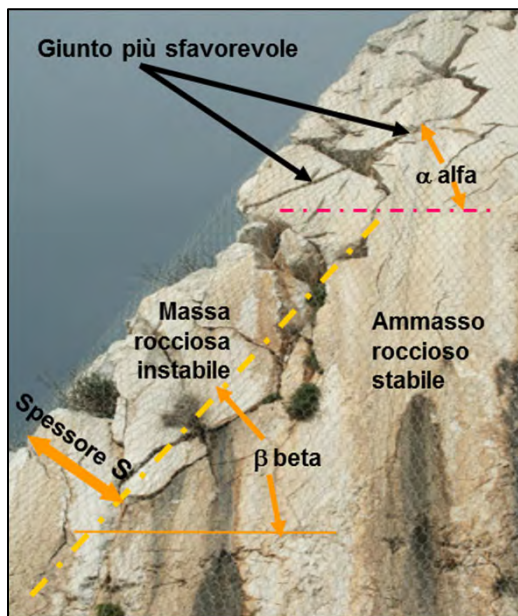
- Resistenza a compressione semplice (JCS)
- Rugosità (JCR)
- Inclinazione
- Ecc.



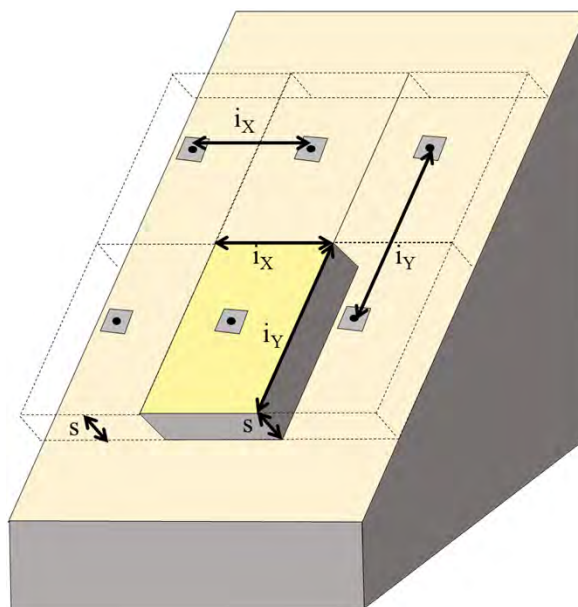


# Reti in aderenza su pendii in roccia

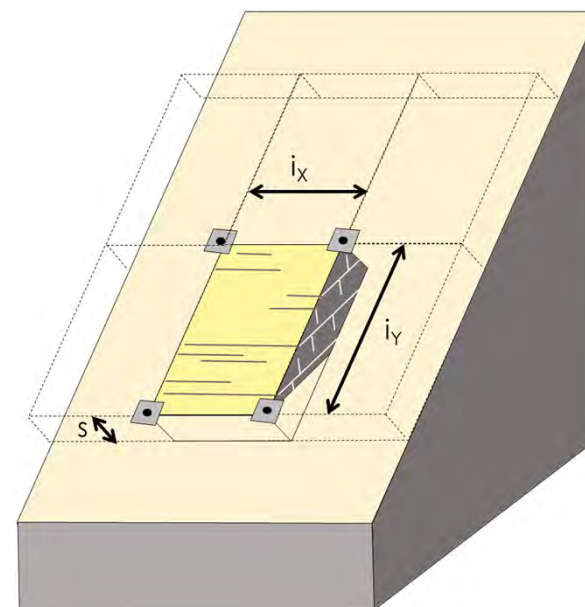
Modello di calcolo



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

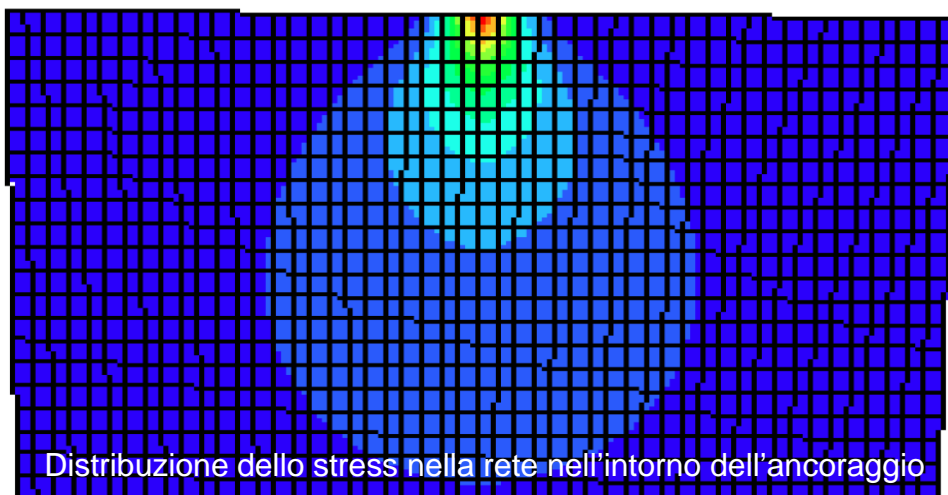
The screenshot displays the MACRO Studio software interface for the 'MACRO 1 Reinforced System'. The interface is divided into several sections:

- Ingresso (Input):** A panel on the left for 'Barra di ancoraggio' (Anchoring bar) with various parameters:
  - Geometria:** Spaziatura orizzontale tra gli ancoraggi (m) = 3.00, Spaziatura verticale tra gli ancoraggi (m) = 3.00, Declinazione della barra rispetto all'orizzontale (°) = 30, Coefficiente di attrito (Dati, 1985) = 1.00.
  - Tipo di ancoraggio:** Tipo di barra = Steel bare B450C, Diametro interno della barra di ancoraggio (mm) = 0, Diametro esterno della barra di ancoraggio (mm) = 24, Diametro di foratura (mm) = 50, Tensione di snervamento dell'ancoraggio (MPa) = 420.00.
  - Corona di corrosione:** Spessore personalizzato (mm) = 0.00, Spessore automatico (mm) = 0.00, Aggressività ambientale (Mediana) = 37.54, Vita utile di progetto (Anni) = 30.00.
  - Tensione limite intasamento inter-faccia inazione roccia (MPa) = 0.30, Lunghezza di plasticazione nella roccia studiata (m) = 0.50.**
- Risultati (Results):** Two analysis panels:
  - Analisi dello scivolamento della zona superficiale:** FOS<sub>s</sub> = 1.14, Tasso di lavoro dell'ancoraggio = 69.90 %.
  - Analisi della Rete:** Steelgrid HR 30, Panoramamento = 1.85, FOS<sub>r</sub> = 1.85, Tasso di lavoro = 53.95 %.
- Graphic:** Two side-by-side diagrams showing a cross-section of a slope with a blue reinforced zone and red anchoring bars. A green dimension line indicates a 3.00m spacing.
- Inset Image:** A photograph of a real-world rock slope with a steel grid reinforcement system installed.

## Intervento tipologico di rafforzamento corticale



### Reticolo in fune di acciaio



Il reticolo in fune determina i seguenti vantaggi:

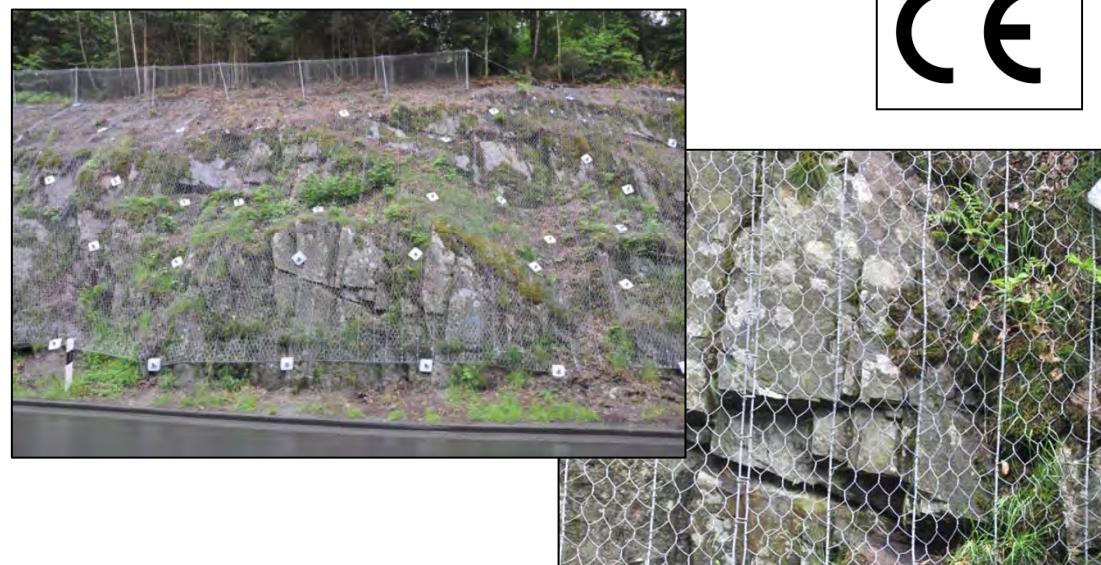
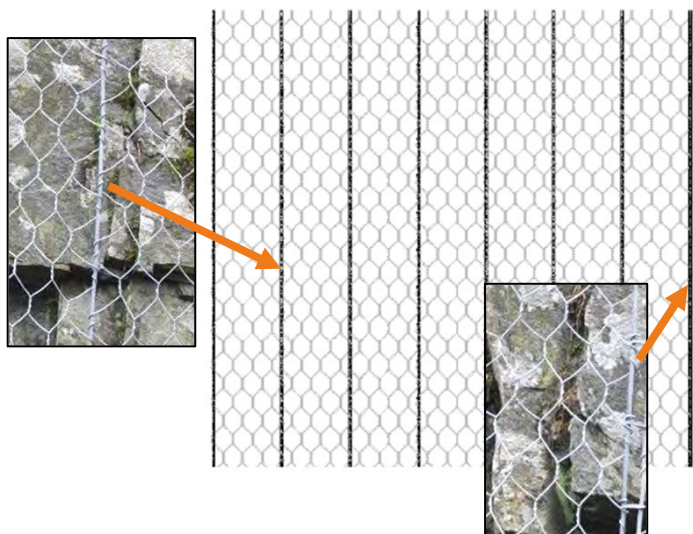
- Riduce la deformazione della membrana.
- Riduce lo stress in corrispondenza della piastra

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

---

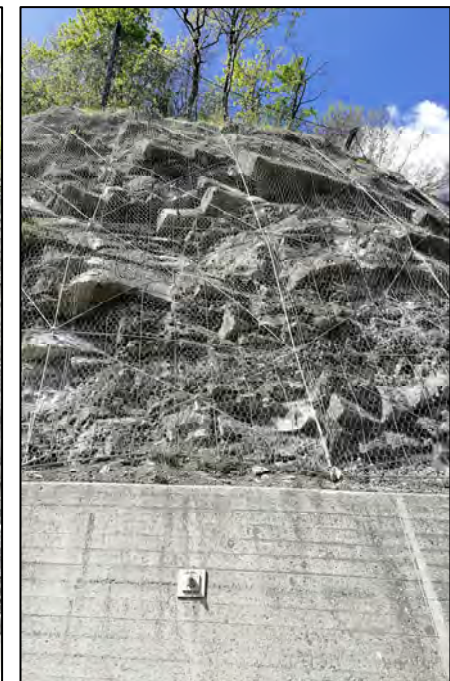
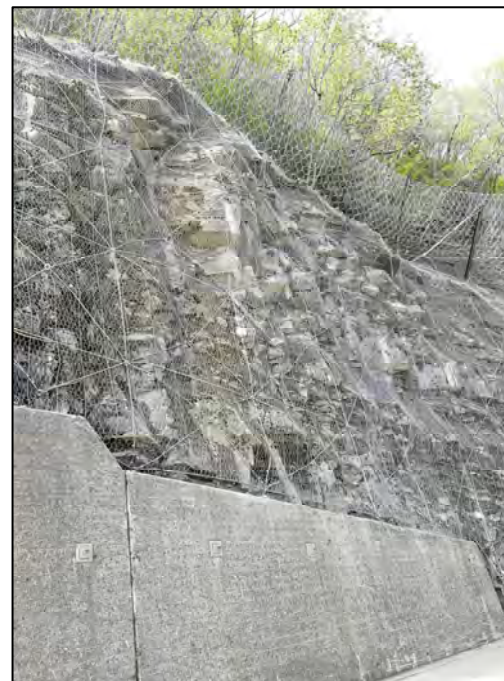
MACCAFERRI

Frauenberg (Germania)



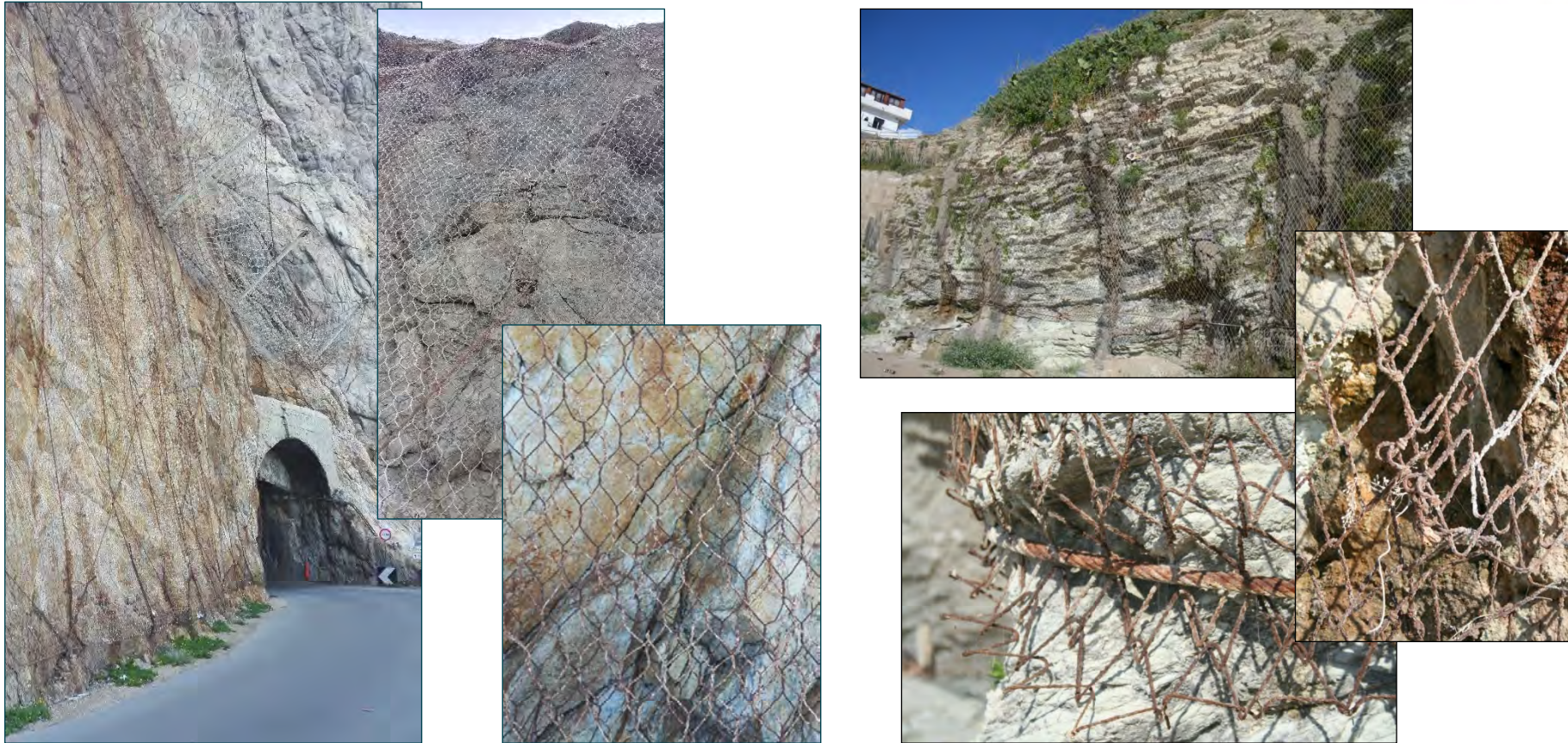
## Reti in aderenza su pendii in roccia

Strada di accesso Diga di Ridracoli (FC)



## Reti in aderenza su pendii in roccia

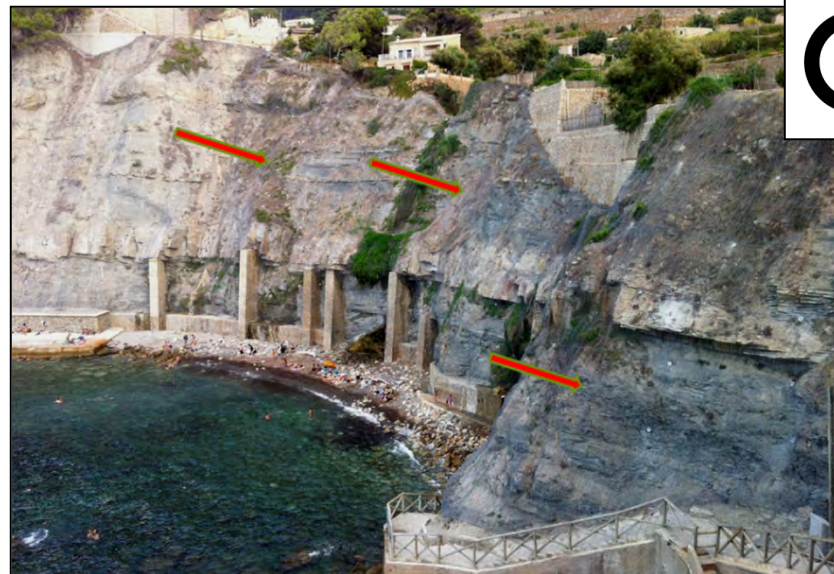
MACCAFERRI





# 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

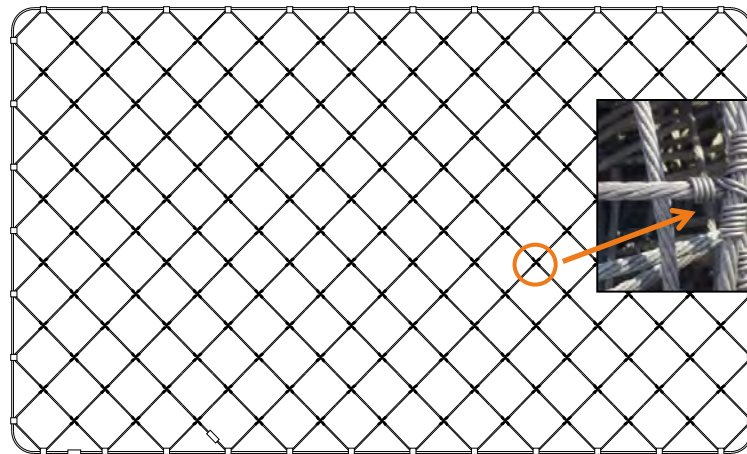


- Caduta di blocchi di dimensione significativa (vol.  $\approx 1,0 \text{ m}^3$ )
- Rivestimenti semplici e rafforzamenti corticali in ambienti aggressivi

### PANNELLI SW/HEA



Rete 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.

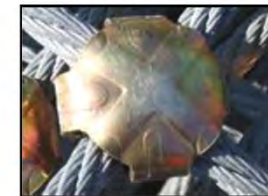
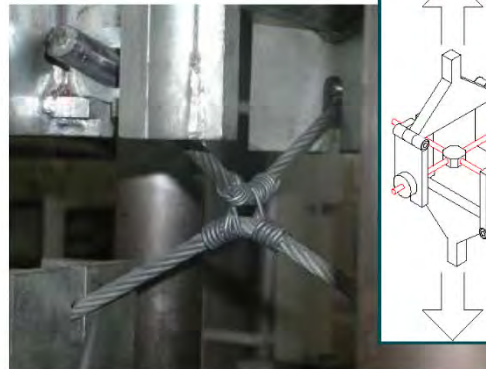
## PANNELLI SW/HEA

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

## Reti in aderenza su pendii in roccia

---

MACCAFERRI

S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre"



## Reti in aderenza su pendii in roccia

---

MACCAFERRI

S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre"



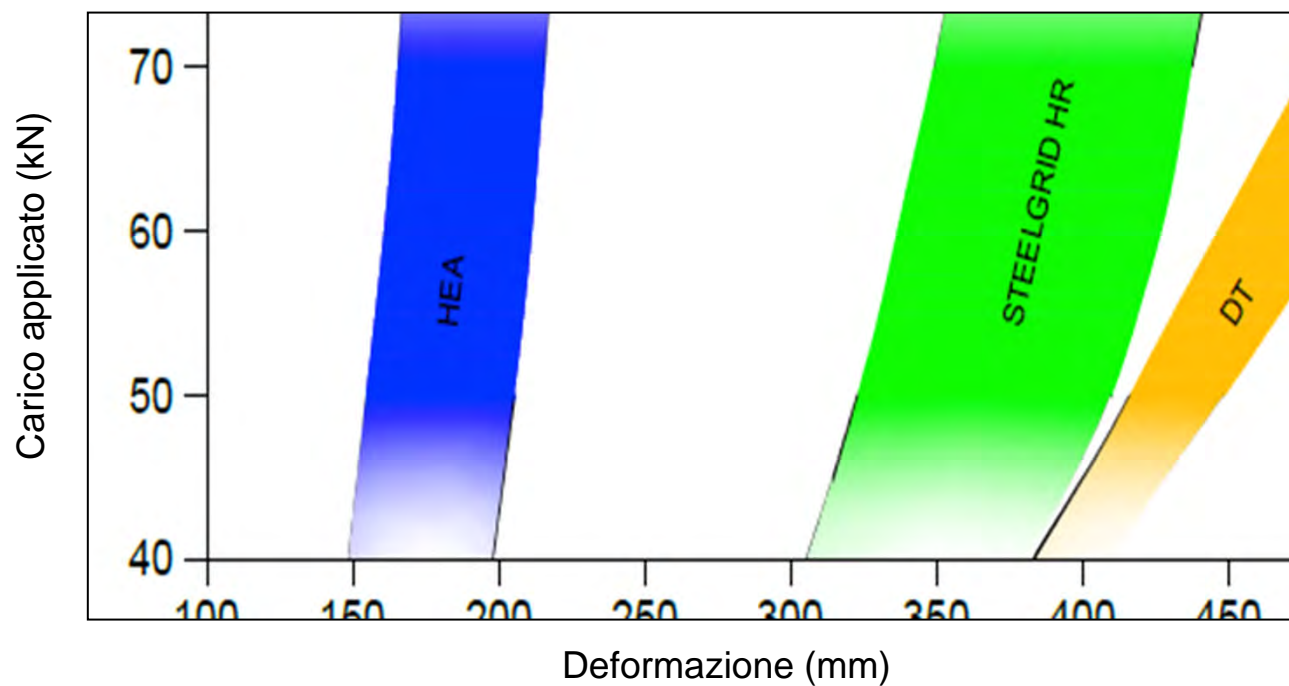
# PANNELLI SW/HEA INOX



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



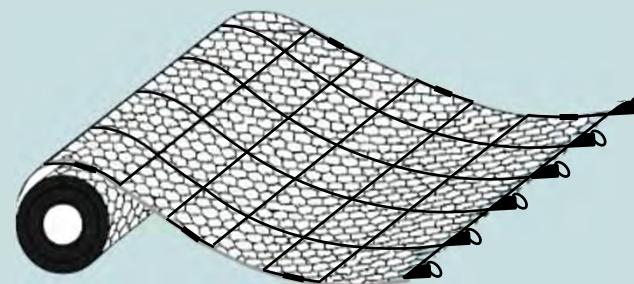
*Rete a doppia torsione*

+



*Pannello in fune*

=





## Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI

# MacArmour®



## TEMPO DI INSTALLAZIONE

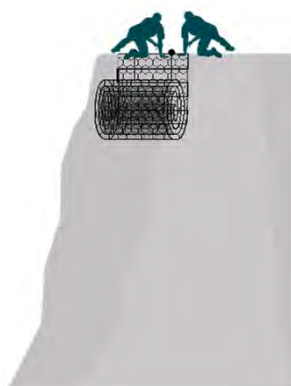
Mac Armour<sup>®</sup> riduce i **tempi di installazione** e i **rischi** associati con le attività in sito

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



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

1. **Fissaggio** del primo telo



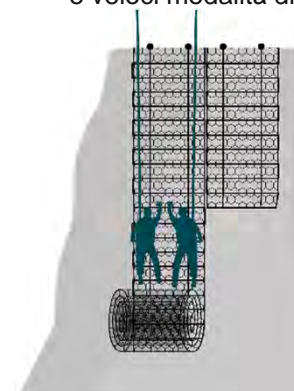
2. **Stesa** del Mac Armour<sup>®</sup> sulla parete



3. **Stesa** dei successivi teli di Mac Armour<sup>®</sup>



4. **Installazione** dei teli di Mac Armour<sup>®</sup> 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

MACCAFERRI

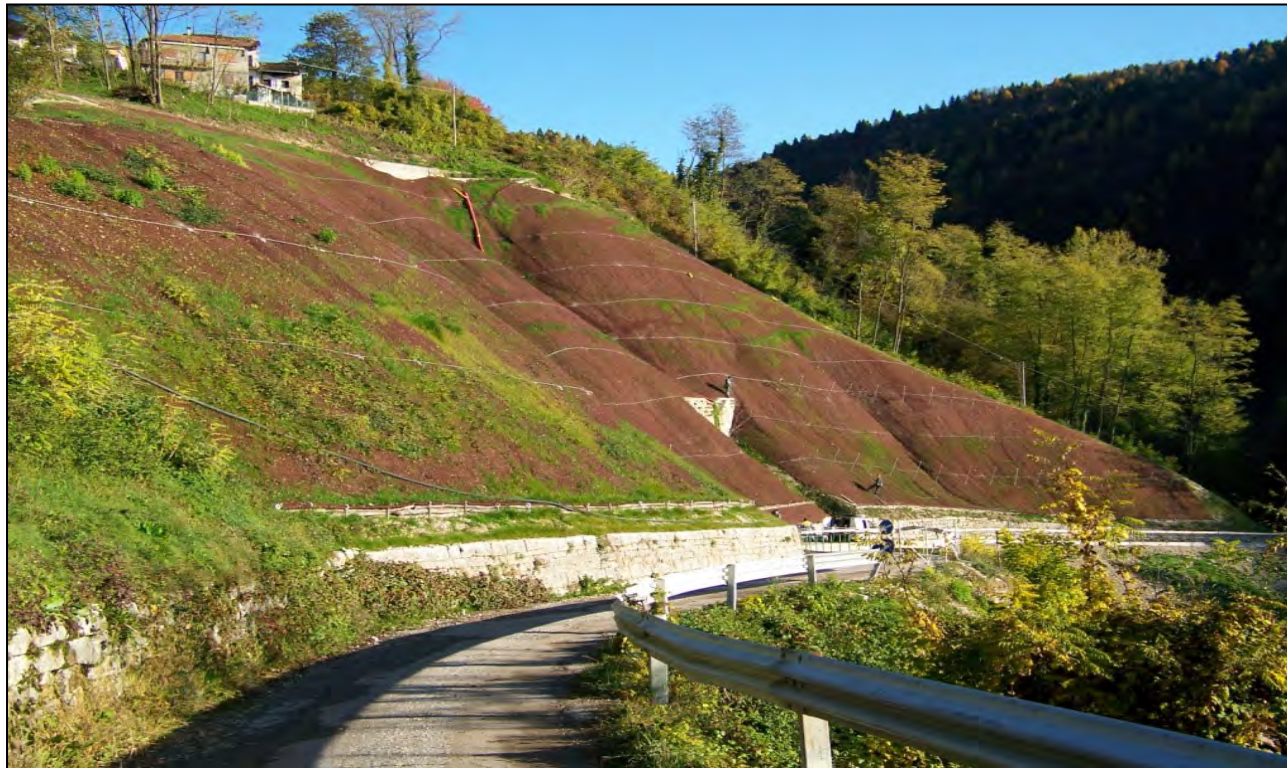
Ripristino di dissesto idrogeologico mediante riprofilatura, regimentazione delle acque superficiali, consolidamento e rivestimento anti-erosivo



## 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

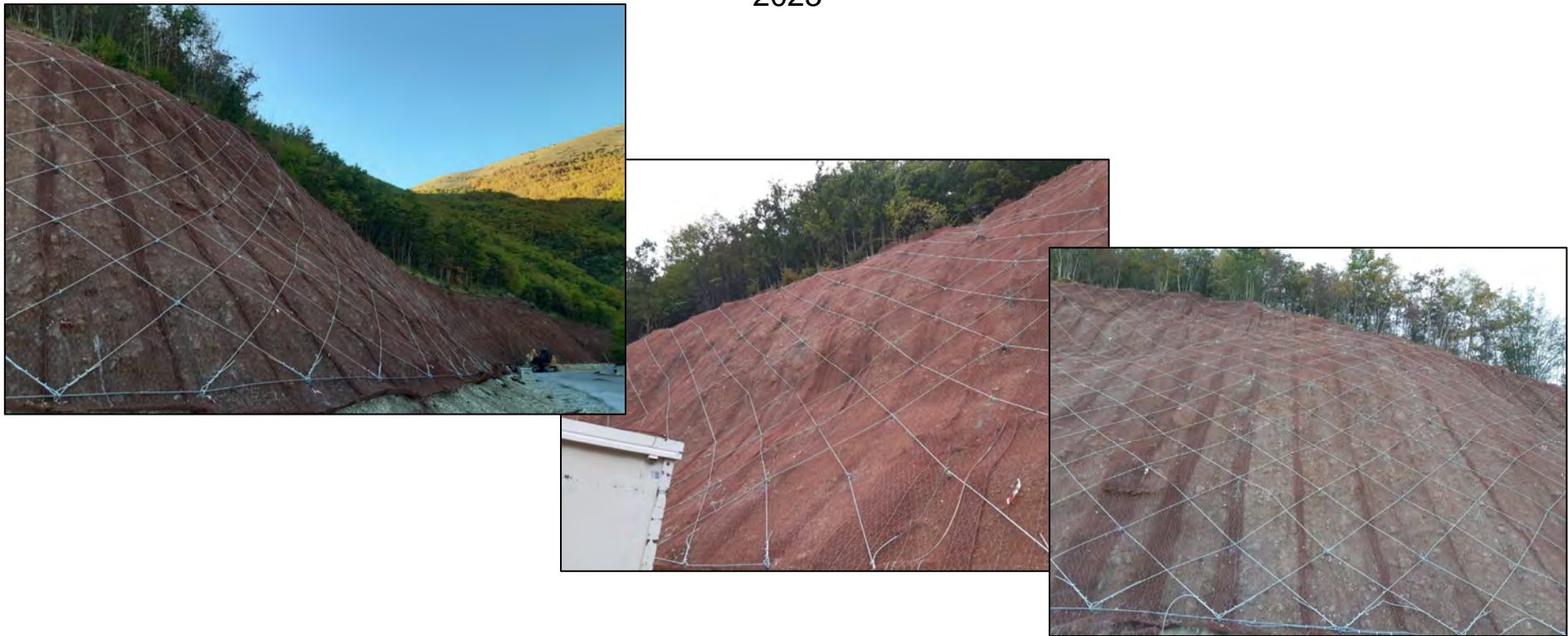




# Reti in aderenza su pendii in terreno sciolto o roccia fortemente degradata

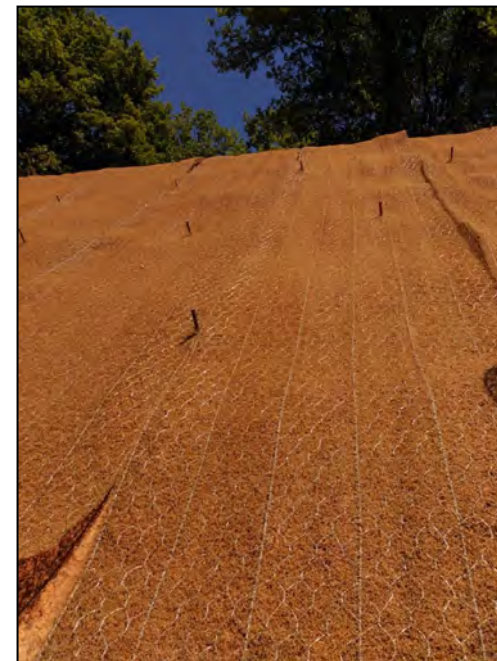
MACCAFERRI

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

MACCAFERRI

### Soil Nailing con rivestimento strutturale flessibile



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

MACCAFERRI

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



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

MACCAFERRI

S.P. 7 Nursina – Acquasanta del Tronto (AP)  
2023



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

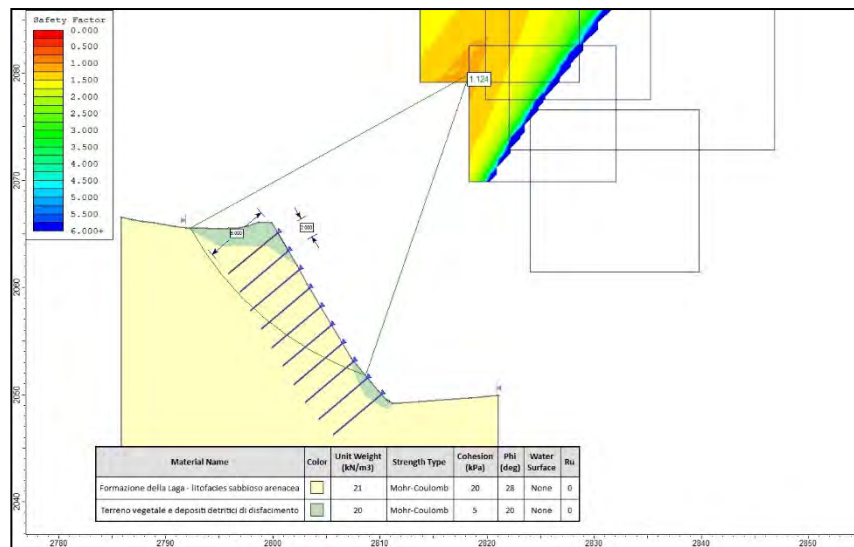
MACCAFERRI

Taurano (AV)

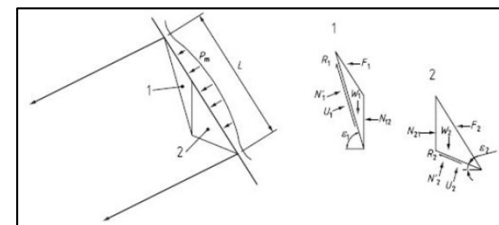


## Soil Nailing con rivestimento strutturale flessibile

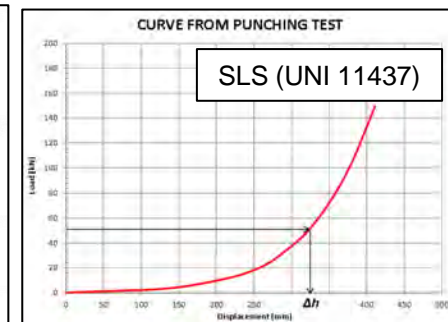
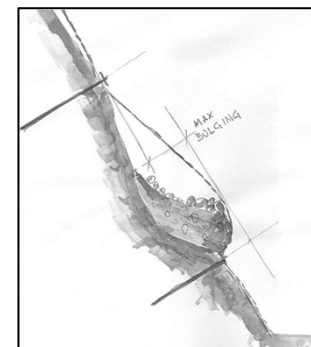
Verifica della stabilità globale e dimensionamento dei chiodi



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

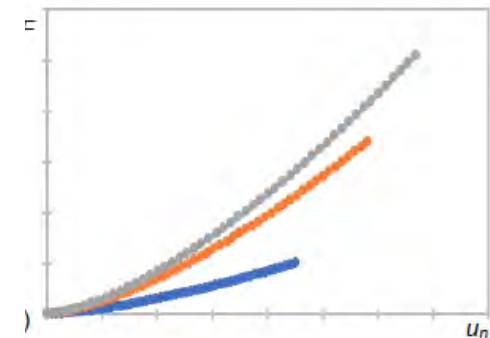
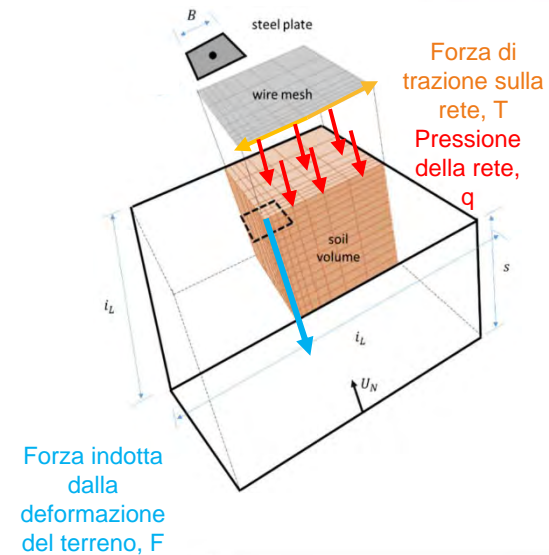




# Mac S-Design

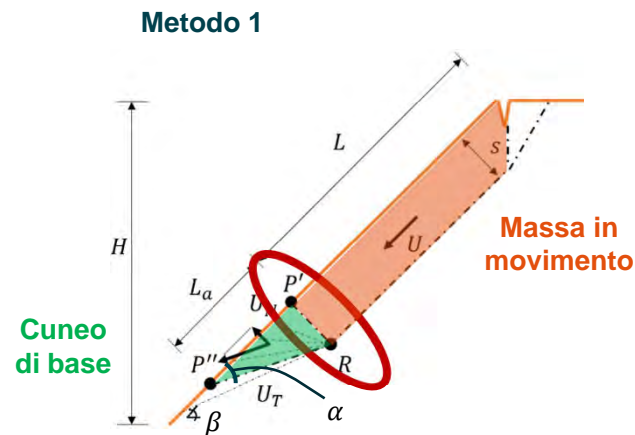
è basato su un **approccio ibrido**:

- 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

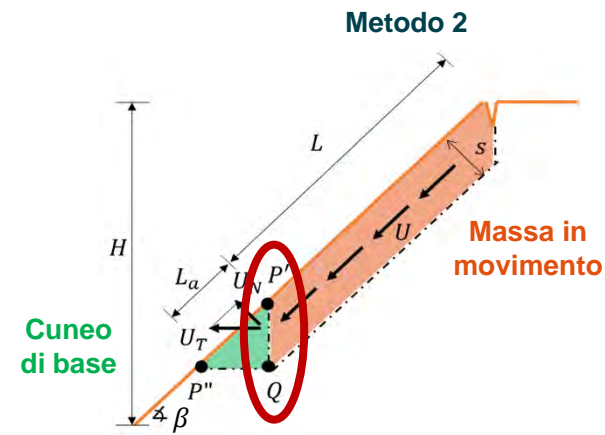
Due differenti approcci vengono considerati



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  $\alpha$

*Questo metodo è più compatibile con pendii molto inclinati*



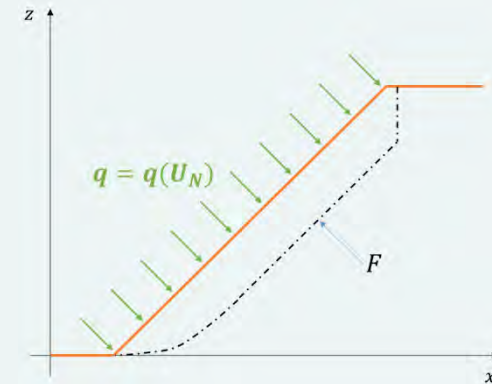
Questo metodo considera un cuneo stabilizzante di base nel quale:

- 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*

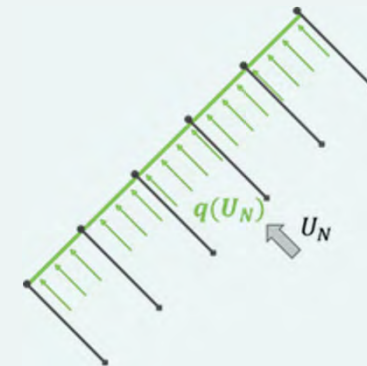
### Fase 2: Analisi della stabilità

- 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



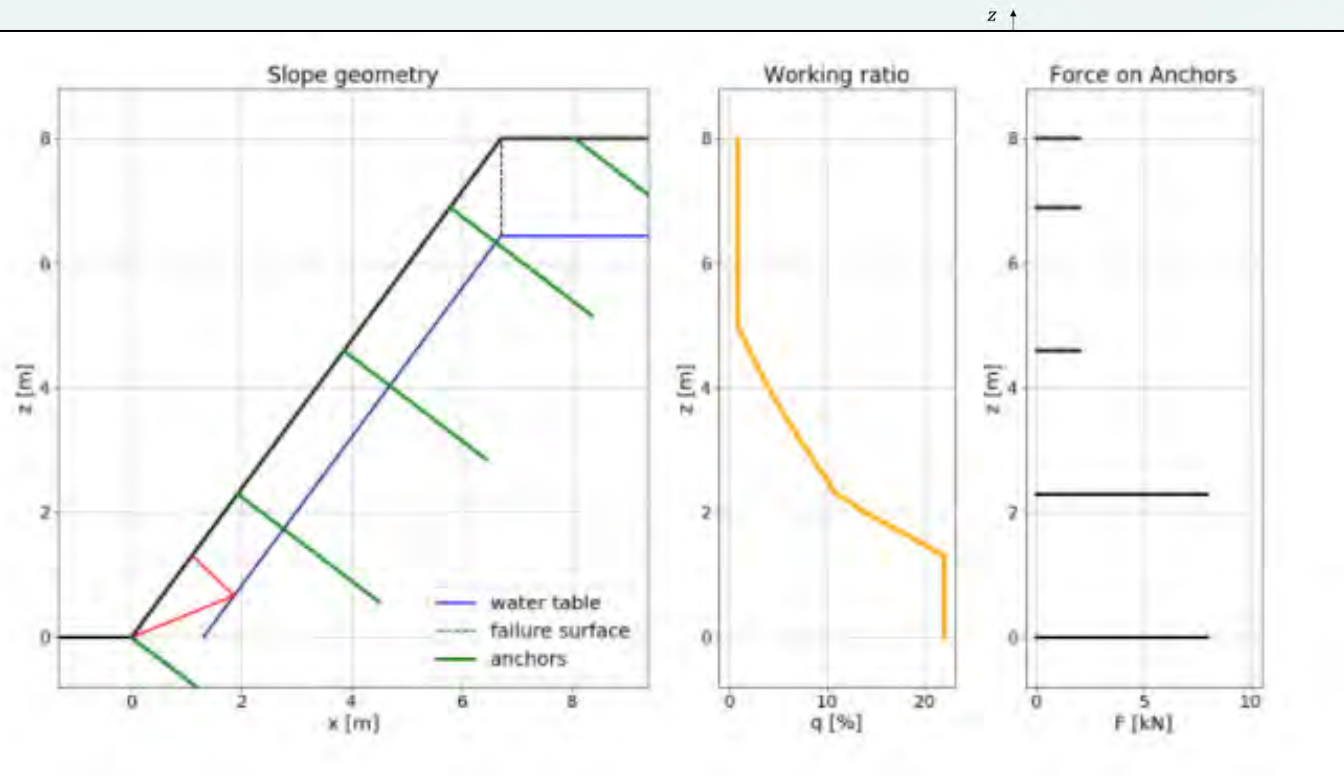
# IL PROBLEMA DELLA STABILITA'

**Fase 2:**

- Defi
- La r
- un fe

**Fase 3:**

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



# Barriere paramassi

MACCAFERRI



# Barriere paramassi

Struttura di intercettazione (rete)



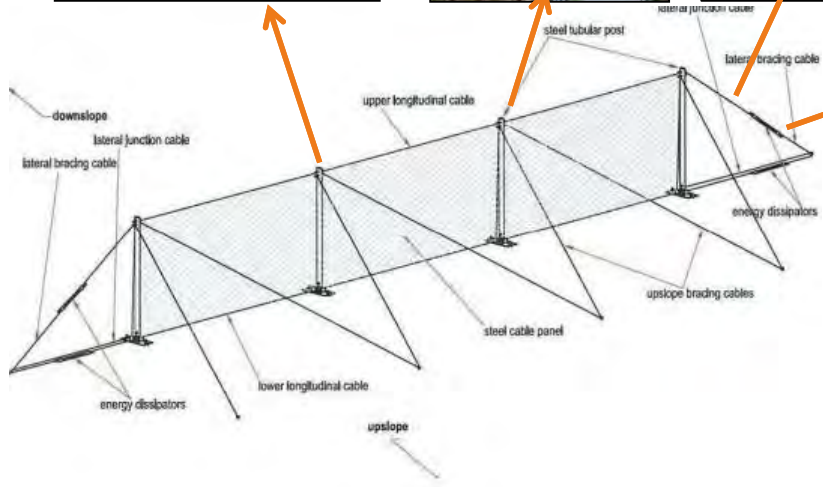
Struttura di supporto (montanti)



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



Dissipatori di energia



Fondazioni (NOTA: non sono parte del kit)



# Barriere paramassi

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

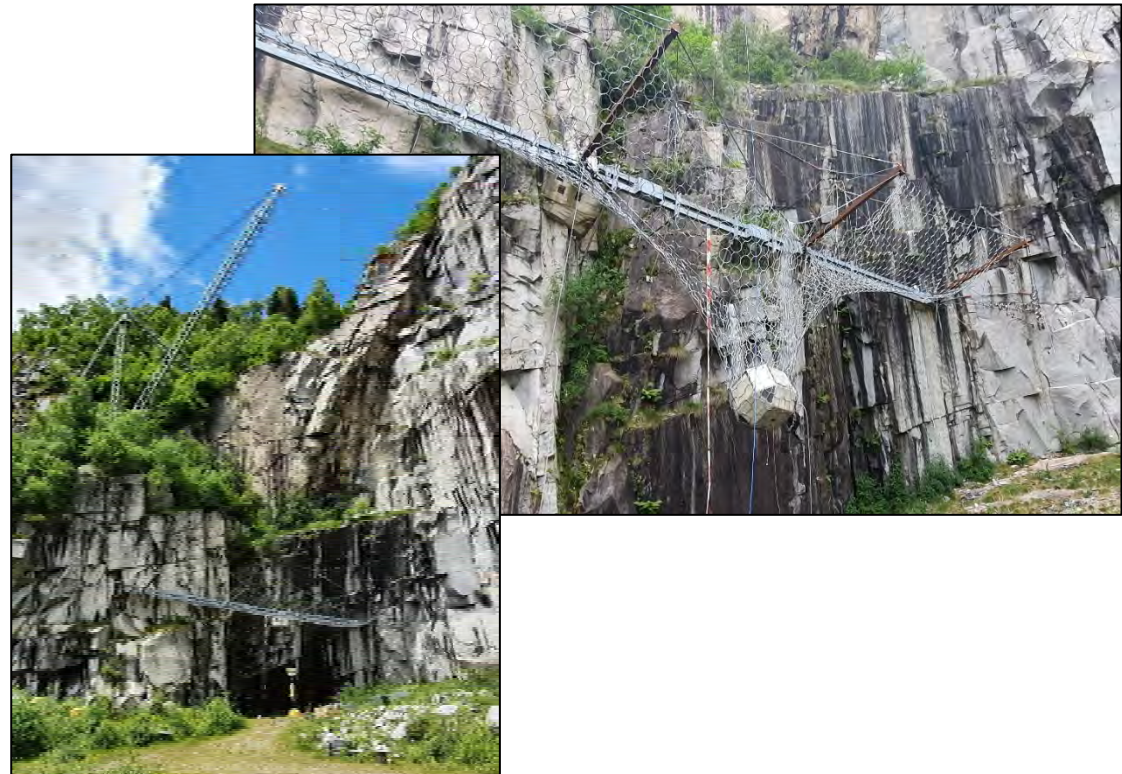
## Barriere paramassi

MACCAFERRI

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

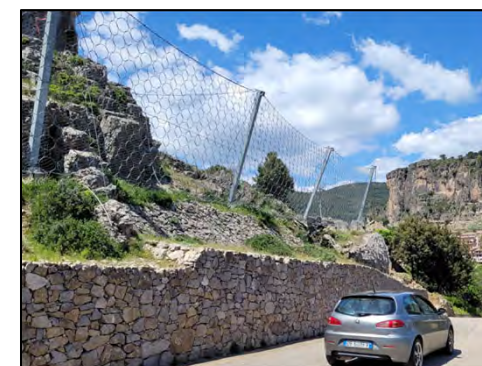
## Barriere paramassi

MACCAFERRI

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

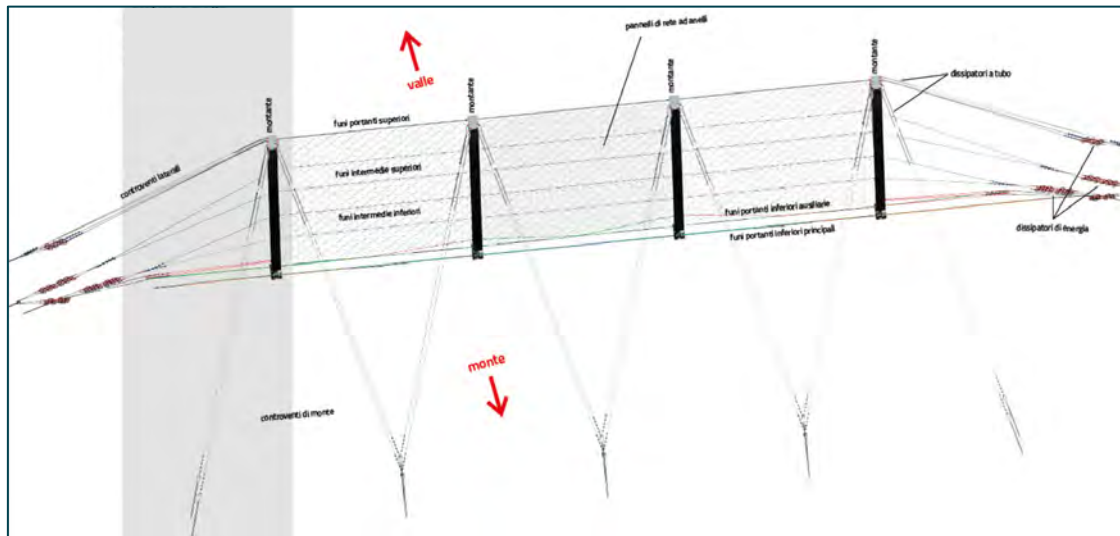
Velocità di impatto: 31,06 m/s

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

---

MACCAFERRI

Gaby (AO) – Maggio 2022



# Nuova barriera paramassi RB 9000

---

MACCAFERRI

Gaby (AO) - 2022



## Nuova barriera paramassi RB 9000

MACCAFERRI

Gaby (AO) - 2022



# EAD 340089-00-0106

MACCAFERRI

ETA file No 15-34-0089-01-06

EAD 340089-00-0106  
November 2019

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

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

**ETA**  
European Organisation for Technical Assessment [www.eota.eu](http://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”

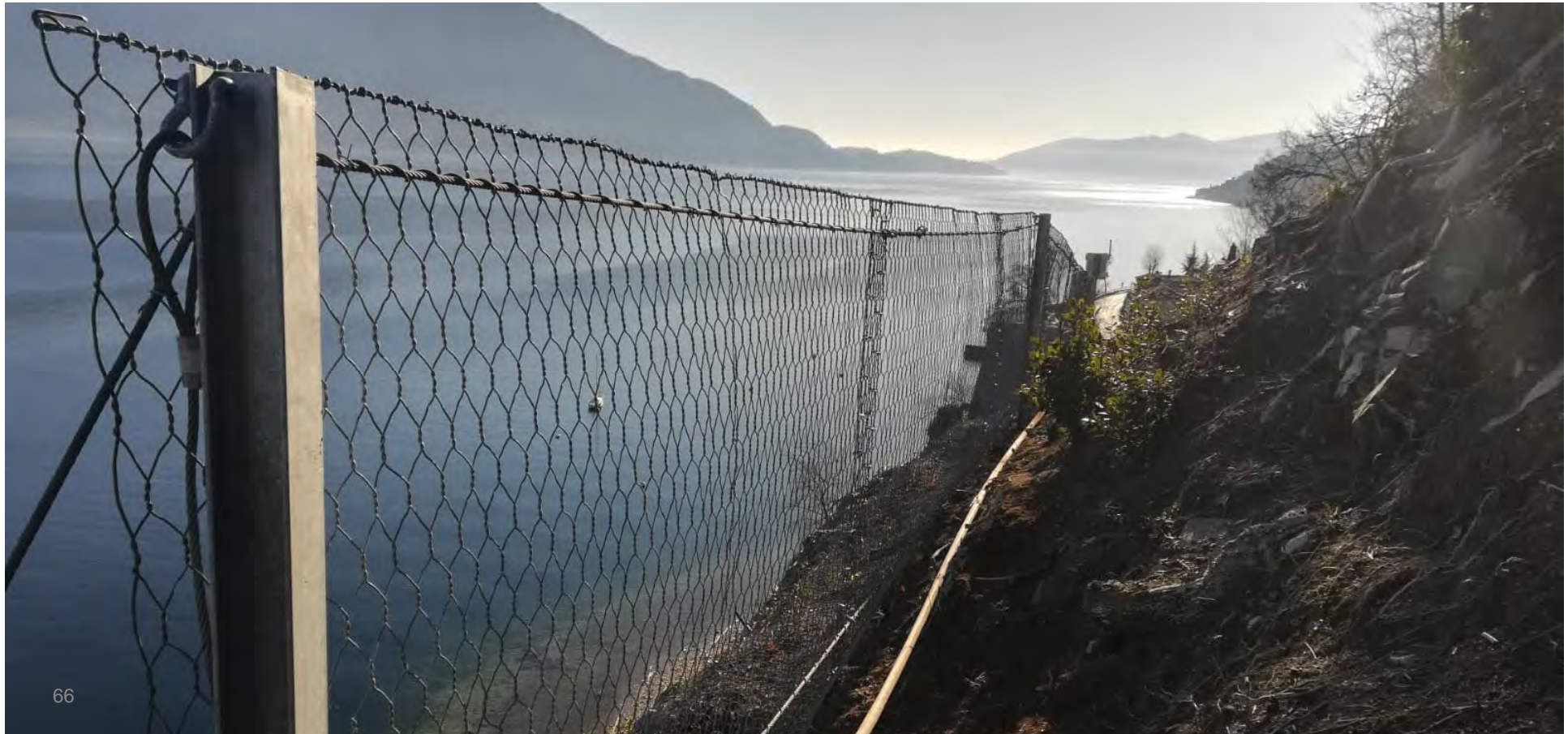




## Barriere paramassi a bassa energia - EAD 340089-00-0106

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



## Progettazione

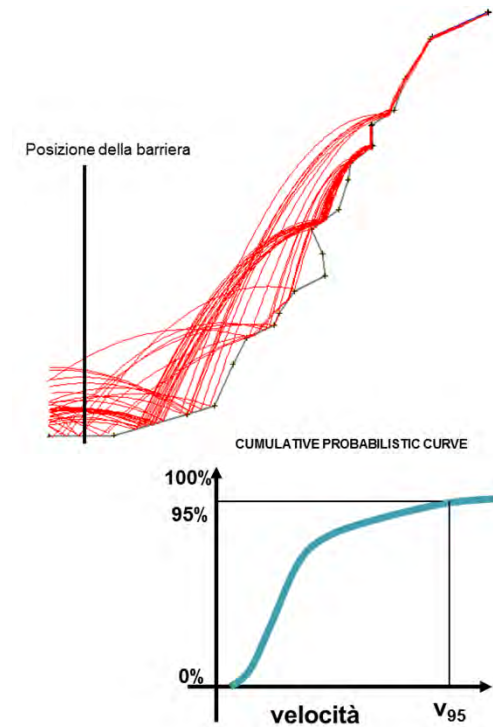
I crash test sulla barriera sono delle prove indicative perché sono sviluppate in particolari condizioni.

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

## 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.

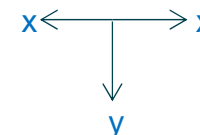
HELLOMAC traduce un evento di impatto che ha interessato la barriera al livello di energia impostato nell'attivazione dei sensori.



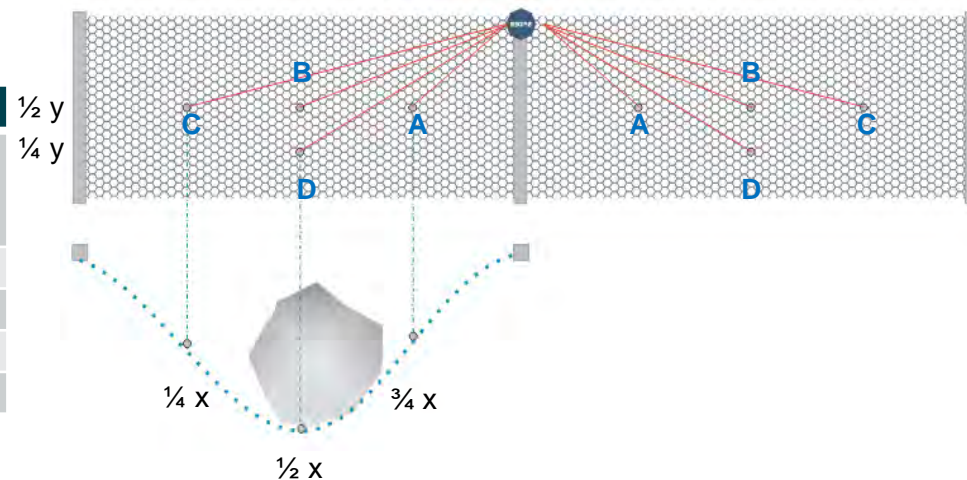


## Come si installa

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

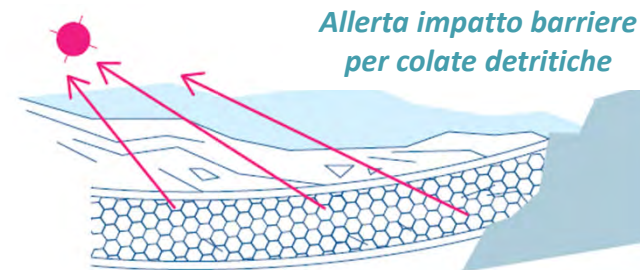
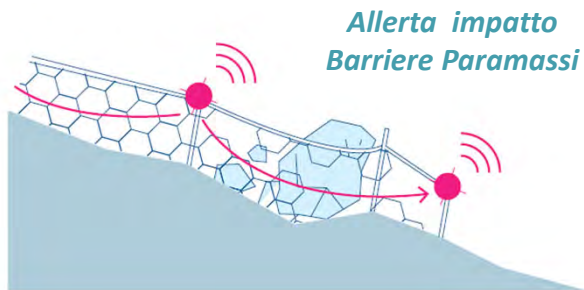


Modello: Maccaferri RB 1500 (10m x 4m)			
Posizione	Lunghezza del lasco del tirante [m]	Distanza senza lasco [m]	Lunghezza totale del tirante [m]
A	1.26	3.20	4.46
B	1.93	5.38	7.31
C	0.39	7.76	8.15
D	0.78	5.83	6.61



## Principali campi di utilizzo

MACCAFERRI



- 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

MACCAFERRI

altri sensori disponibili



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



Stazione meteo compatta  
*Pioggia, temperatura, umidità*



**HUBIR**

# Sistema di allerta «HelloMac»

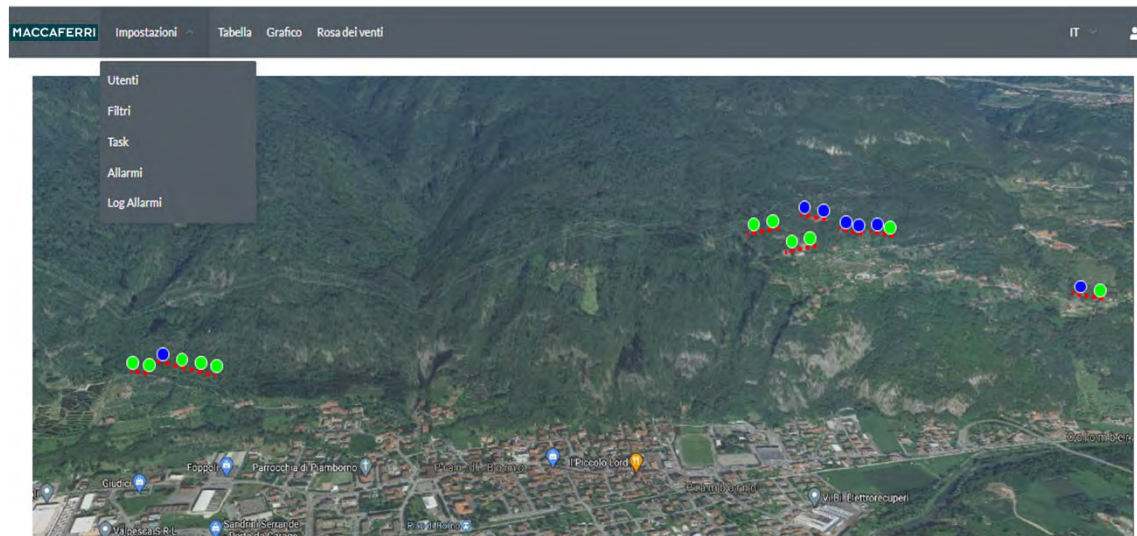
MACCAFERRI

**M** Geolocalizzazione

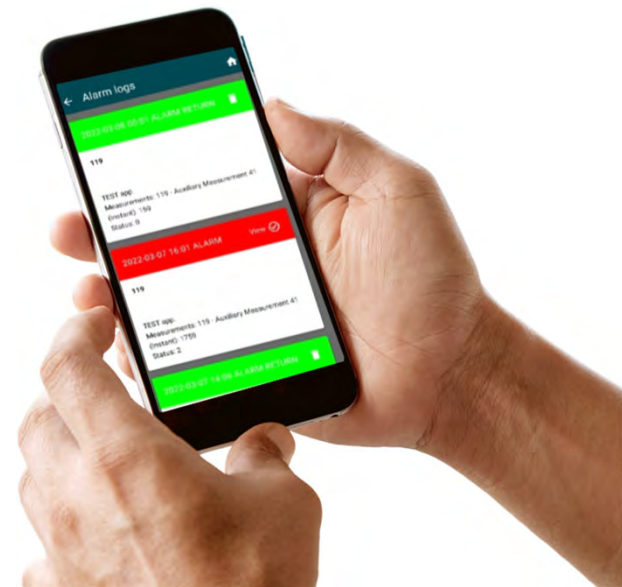
**M** Avvisi

**M** Dati

**M** Notifiche



WEB CLIENT



HELLOMAC APP



### AFFIDABILE

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



### FACILE DA INSTALLARE

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



### ESENTE DA MANUTENZIONE

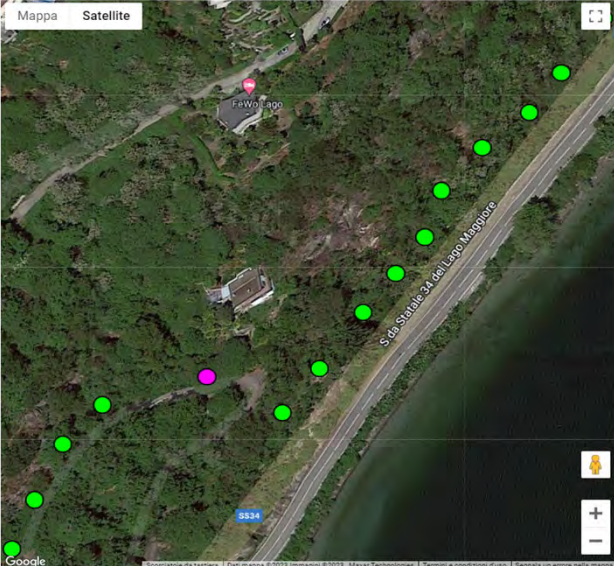
- M 7 batterie con una durata nominale di **almeno 5 anni**
- M **Nessuna attività di cablaggio**
- M Progettato per operare in climi aggressivi
- M **Testato contro gli impatti**

A graphic overlay featuring a white outline map of Europe. A yellow location pin is placed on the Italian peninsula. The background of this graphic is a dark, semi-transparent image of evergreen trees.

Protezione sempre on-line  
Verbania, Italia

# UNA DELLE NOSTRE STORIE DI SUCCESSO: VERBANIA

MACCAFERRI



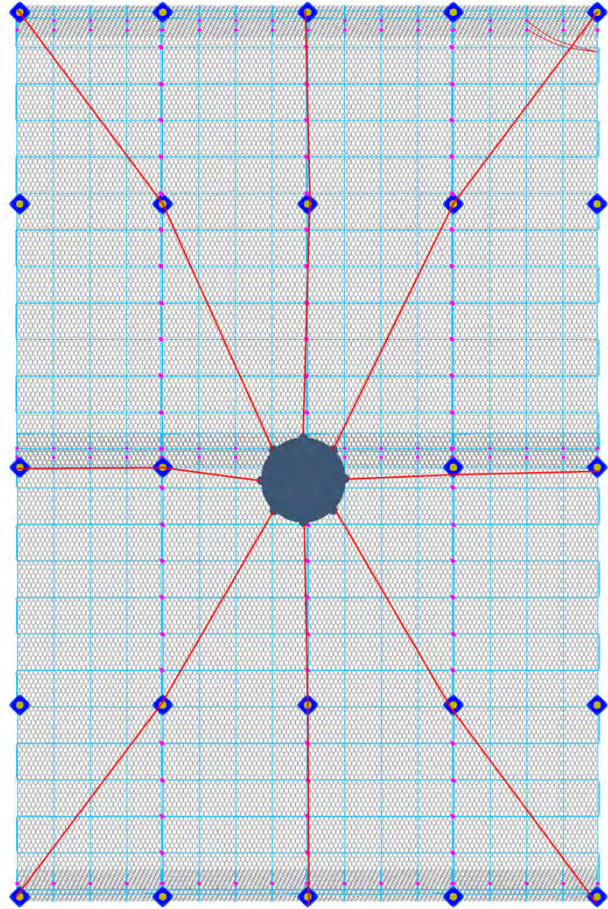
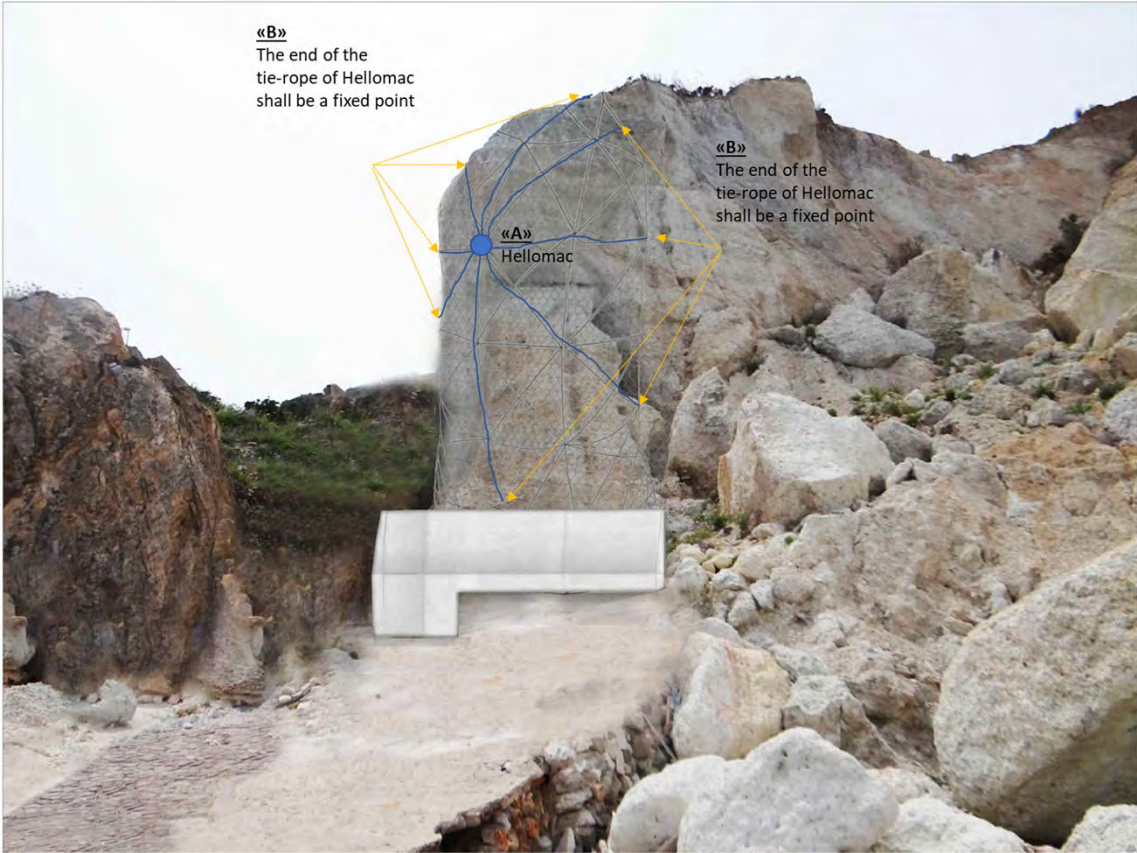




Una protezione intelligente  
contro la caduta massi a  
Cala Fonte,  
Ponza, Italia

# HELLOMAC SU RIVESTIMENTI CORTICALI

MACCAFERRI



# UNA DELLE NOSTRE STORIE DI SUCCESSO: PONZA

MACCAFERRI



# INSTALLAZIONE DIRETTA SU AMMASSI ROCCIOSI / CANALI






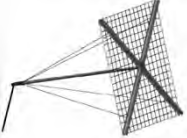
MACCAFERRI

Ono San Pietro (BS)



# LA NOSTRA OFFERTA PER LE OPERE DI SOSTEGNO

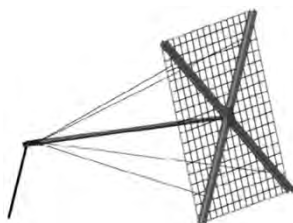
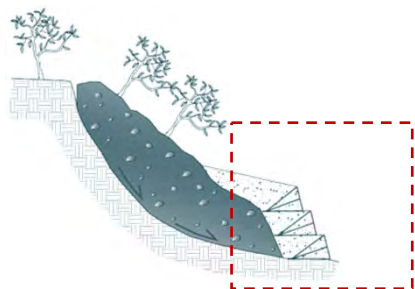
MACCAFERRI

	OPERE A GRAVITA'	OPERE DI SOSTEGNO $\alpha > 70^\circ$	OPERE DI SOSTEGNO $\alpha < 70^\circ$	OPERE DI EMERGENZA $\alpha < 50^\circ$
SOLUZIONE	<p>GABBIONI </p>	<p>TERRAMESH SYSTEM </p>	<p>TERRAMESH SYSTEM                       TERRAMESH GREEN                       TERRAMESH MINERAL </p>	<p>CONSOLIDATORI MONO-ANCORAGGI </p>
RICHIESTE DI PROGETTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilità</li> <li>• Prestazioni</li> <li>• Estetica</li> <li>• Integrazione ambientale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilità e Prestazioni</li> <li>• Impatto ambientale ridotto</li> <li>• Estetica</li> <li>• Integrazione naturale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilità e Prestazioni</li> <li>• Estetica e Rivegetazione</li> <li>• Impatto ambientale ridotto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Risposta tempestiva</b></li> <li>• <b>Gestione del rischio degli operai</b></li> </ul>

# CHE COS'E' UN CONSOLIDATORE MONO-ANCORAGGIO?

MACCAFERRI

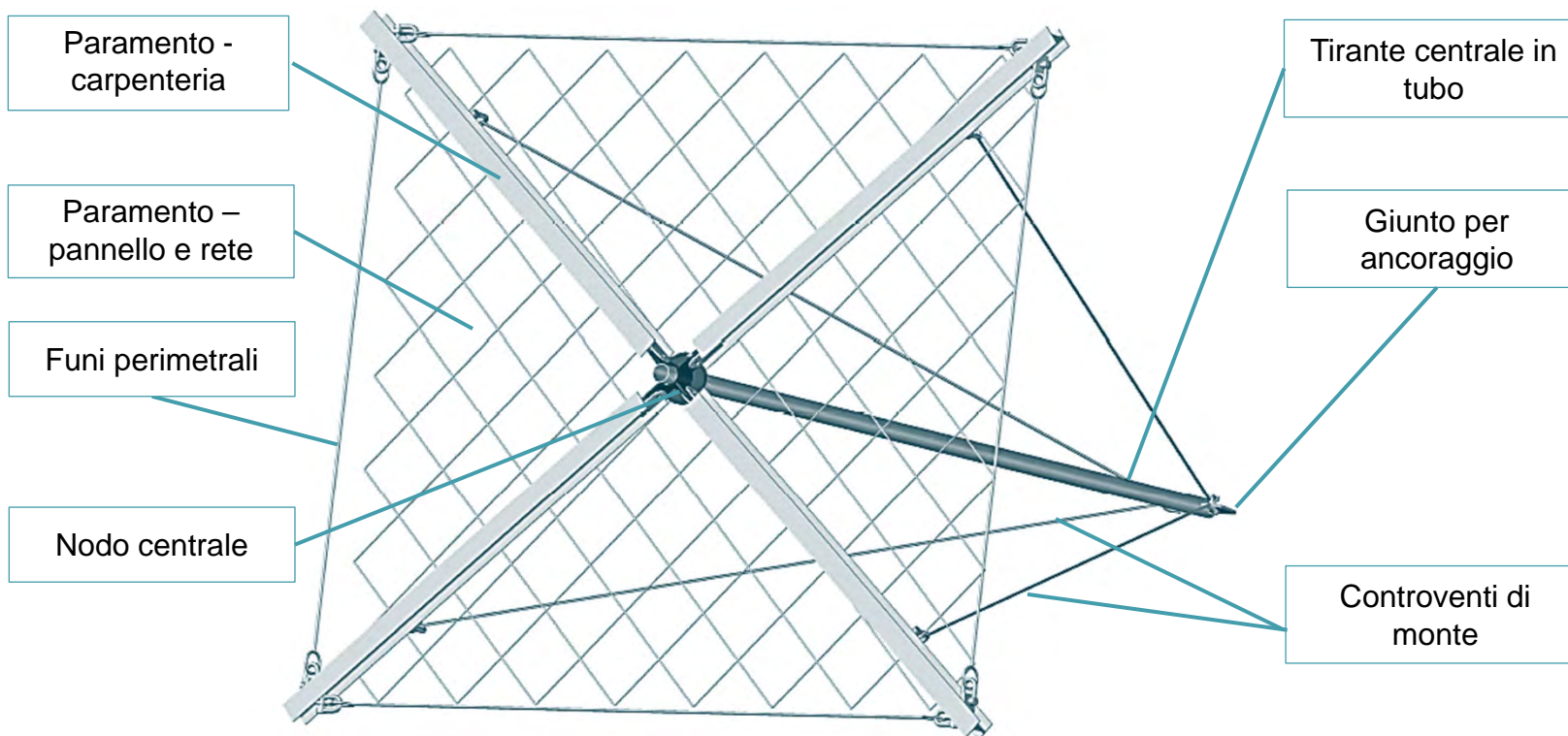
Una soluzione per lavori d'emergenza



- M** **Struttura pre-assemblata** pronta per l'installazione
- M** **Veloce da installare** (2 operai possono installarlo in meno di 20 minuti)
- M** Prestazioni certificate (CVT)
- M** Caratteristiche esclusive per incrementare la **sicurezza dei lavoratori**

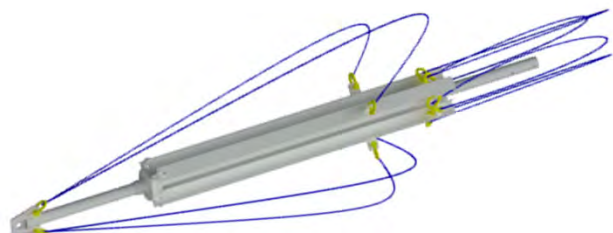
## RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

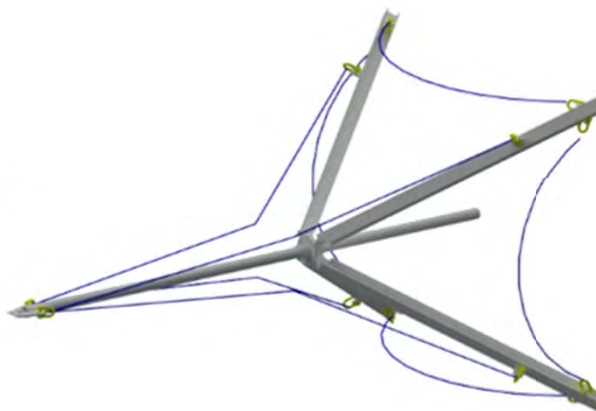


# RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

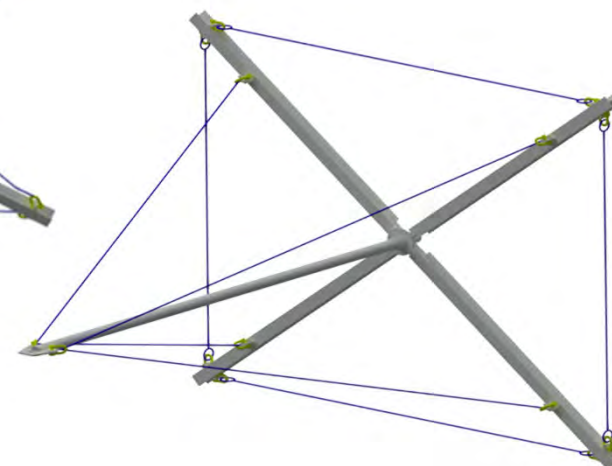
MACCAFERRI



1 – Stato di fornitura in cantiere



2 – Apertura della struttura



3 – Struttura aperta

READY-C

Apertura automatica dell'intera struttura



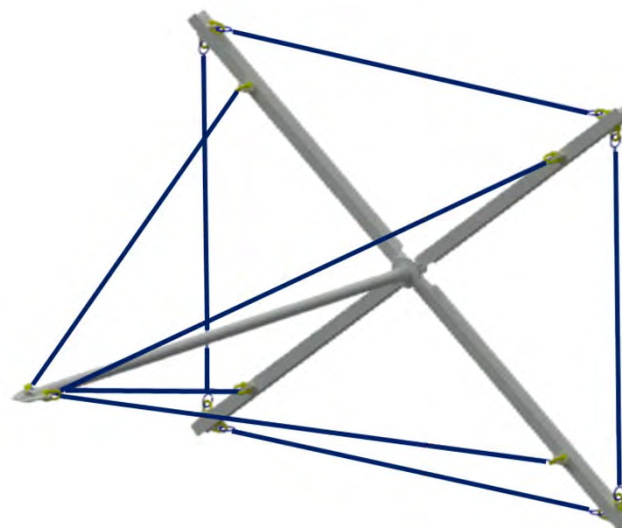
## RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

	RESISTENZA [kN]	DIMENSIONI FRONTALI [m]	ISOSTATICITÀ	PRE-ASSEMBLATA	CVT	SCHERMO DI RITENUTA	CARPENTERIA FRONTALE
<b>Ready-C 150</b>	150	2,5 x 2,0	✓	✓	✓	Fune metallica d.12mm + rete DT d.2,7mm	Profilo quadro 80x80 mm
<b>Ready-C 300</b>	300	3,6 x 3,1	✓	✓	✓	Pannello in fune 300/08 mm	Trave HEA120
<b>Ready-C 500</b>	500	3,6 x 3,1	✓	✓	✓	Pannello in fune 300/08 mm	Trave HEA120


Profondità a tergo del paramento:

- 2,0 – 4,0 m (per spinta 150 kN)
- 3,0 – 6,0 m (per spinte  $\geq$  300 kN)



# RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

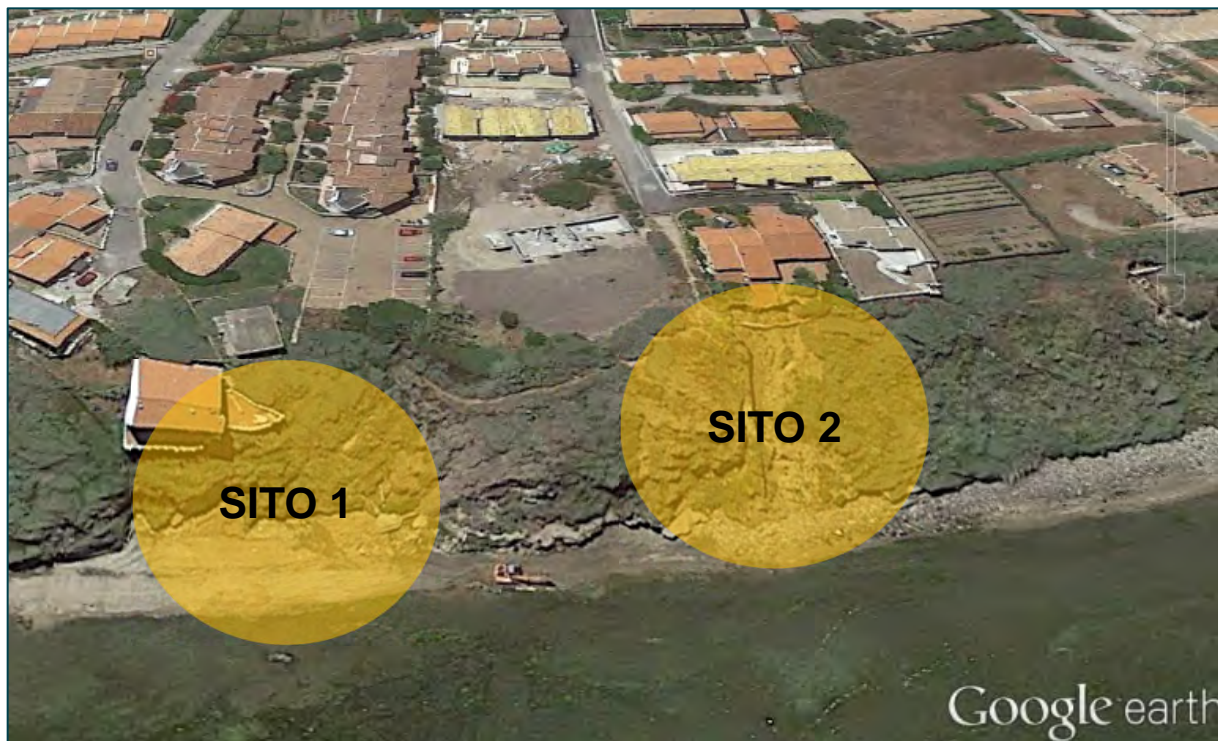
**MACCAFERRI**

<b>CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA</b> ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 17.1.2018	
<b>Denominazione commerciale del Prodotto</b>	Consolidatori modulari monoancoraggio per la stabilizzazione dei versanti modelli: READY C 150 – 150KN – 2.5x2.0 m READY C 300 – 300KN – 3.6x3.1 m READY C 500 – 500KN – 3.6x3.1 m
<b>Oggetto della valutazione e campo di impiego</b>	Materiali e componenti costituenti consolidatori modulari monoancoraggio per la stabilizzazione dei versanti
<b>Richiedente</b>	INCOFIL TECH s.r.l. sede legale Via degli Artigiani, 52 – Z.I. Cirè 38057 Pergine (TN)
<b>Stabilimento di produzione</b>	Via degli Artigiani, 52 – Z.I. Cirè 38057 Pergine (TN)
<b>Validità del Certificato</b>	Anni 5 dalla data del protocollo soprariportata
Il presente Certificato di Valutazione Tecnica è composto di n. 34 pagine.  Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza.	
 <div style="float: right;">                         VIA NOMENTANA 2 – 00161 ROMA                          TEL. 06.4412.1.                          www.cslp.it                     </div>	

# RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)



# RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)



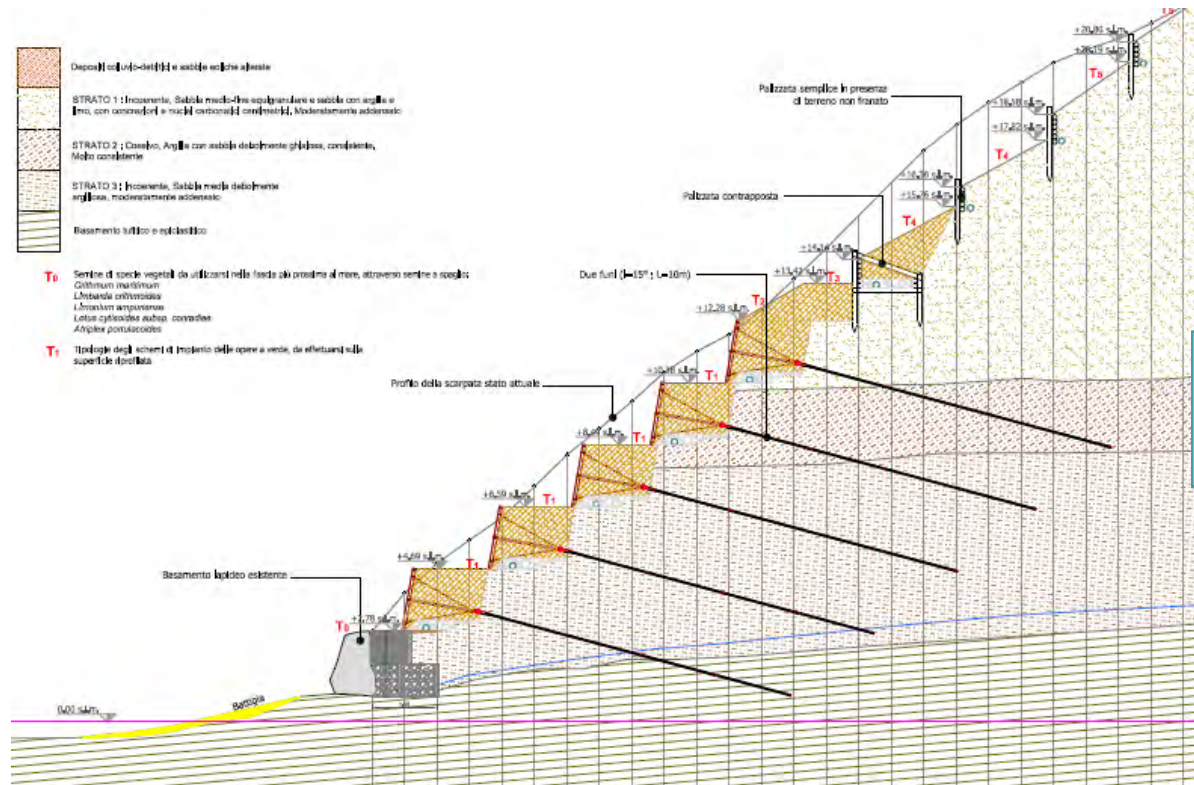
Problematica

2013



# RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)



## RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)

Durante i lavori..



## RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)

Durante i lavori..



## RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)

Durante i lavori..

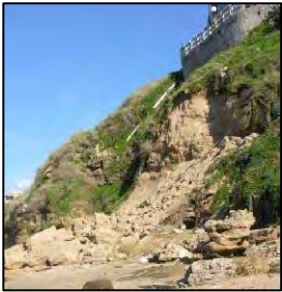




## RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)



SITO 1:  
OPERA  
COMPLETATA

## RIPROFILATURA DI VERSANTI CON STRUTTURE MONO-ANCORAGGIO

MACCAFERRI

CASE HISTORY – VALLEDORIA (SS)



SITO 1:  
OPERA  
COMPLETATA  
2 anni dopo

# SISTEMI DI DIFESA ATTIVA DALLE VALANGHE

MACCAFERRI

Una soluzione per la mitigazione del rischio valanghe



**OMBRELLI DA NEVE**  
(con CVT)



**RETI DA NEVE**  
(con marcatura CE)

## Inquadramento normativo

MACCAFERRI

- **Costruzione di opere di premunizione contro le valanghe nella zona di distacco. Direttiva tecnica: aiuto all'esecuzione. Ufficio federale dell'Ambiente UFAM - Istituto Federale per lo studio della neve e delle Valanghe WSL (2007)**
- **D.M. 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni**
- **Linee Guida per il rilascio del Certificato di Idoneità Tecnica del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore LL.PP. (2012)**
- **EAD 340109-00-0106 «Flexible Avalanche Protection Kit» (2020) – (solo per reti da neve)**



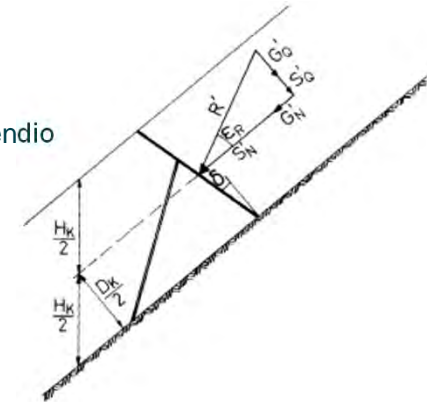
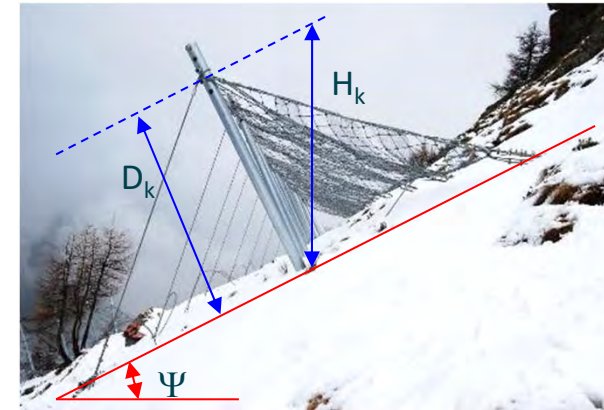
## Aspetti progettuali - prestazione

MACCAFERRI

### PARAMETRI DI PROGETTO

La pressione della neve su una struttura dipende da alcuni fattori locali:

- **Densità** della neve ( $\rho$ )
- **Altezza** verticale della neve ( $H$ );
  - **Spessore del manto nevoso ( $D_k$ )**
  - Inclinazione del pendio ( $\Psi$ )
- **Coefficiente di scorrimento** ( $K$ ) che dipende dalla densità della neve e dall'inclinazione del pendio
- **Coefficiente di slittamento ( $N$ )** che dipende dalla copertura, dalla rugosità e dall'esposizione al sole del pendio
- **Coefficiente d'altitudine** ( $f_c$ ), che fa influenza la densità della neve in funzione dell'altitudine
- **Coefficiente di riduzione della componente parallela al pendio** ( $f_s$ ), in funzione del tipo di struttura
- **Coefficiente di bordo** ( $f_R$ ) che dipende dalla lunghezza degli intervalli laterali tra le opere e da  $N$

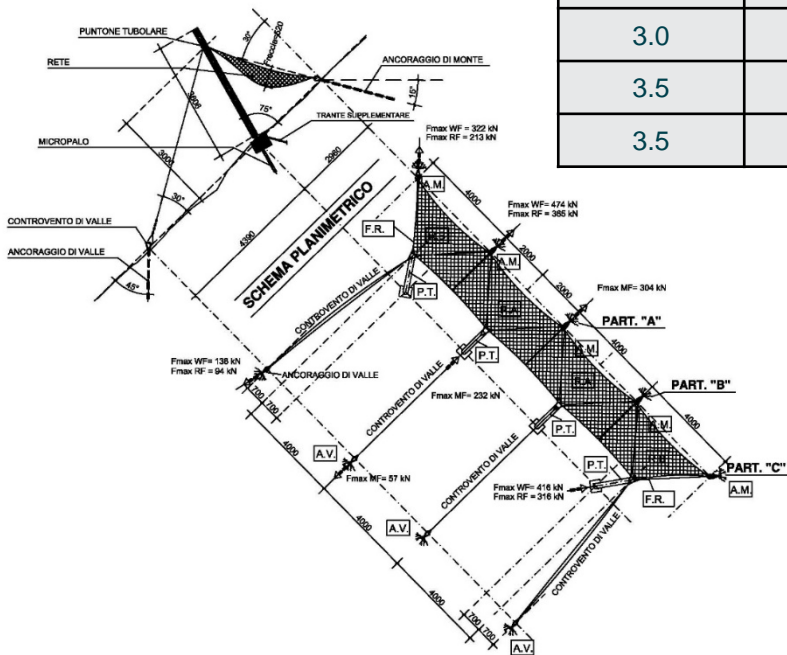


$$S_{N_k} = \rho g K f_s \frac{H_k^2}{2} N f_c / 1000 \quad [\text{kN/m}]$$

# Nuove reti fermaneve AVAMAC - PORTFOLIO



## SEZIONE TIPOLOGICA




$D_k$ [m]	N [-]	Interasse puntoni [m]	ETA	$S_{NK}$ [kN/m]
3.0	2.5	4.0	22/0039	44.3
3.0	3.2	4.0	22/0461	56.7
3.5	2.5	3.5	21/0966	60.3
3.5	3.2	3.5	23/0150	77.2

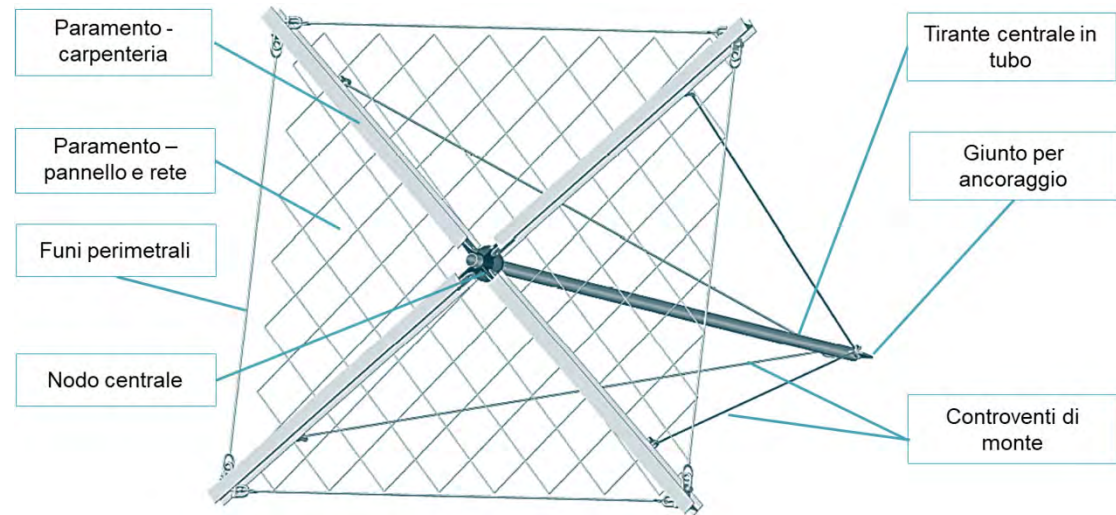
# Ombrelli da neve READY-S

MACCAFERRI

M INF.CSLF.REM AUT1 INT CONSUM.R.0000260.31-07-2022

<b>CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA ALL'IMPIEGO</b> ai sensi del Cap.11, punto 11.1 lett. c) del D.M. 17.1.2018	
<b>Denominazione commerciale del Prodotto</b>	Barriere fermaneve modulari monoancoraggio: READY-S DK 3 intermedio base 3,6 m READY-S DK 3 intermedio base 4,1 m READY-S DK 3 estremo READY-S DK 3,5 intermedio base 3,6 m READY-S DK 3,5 estremo READY-S DK 3-3,5 intermedio tipo b READY-S DK 3-3,5 estremo tipo b
<b>Oggetto della valutazione e campo di impiego</b>	Materiali e componenti costituenti barriere fermaneve modulari monoancoraggio: mod. READY-S DK 3 intermedio base 3,6 m READY-S DK 3 intermedio base 4,1 m READY-S DK 3 estremo READY-S DK 3,5 intermedio base 3,6 m READY-S DK 3,5 estremo READY-S DK 3-3,5 intermedio tipo b READY-S DK 3-3,5 estremo tipo b
<b>Richiedente</b>	<b>INCOFIL TECH s.r.l.</b> sede legale: Pergine Valsugana (TN) via degli Artigiani n°52
<b>Stabilimento di produzione</b>	Pergine Valsugana (TN) - Via degli Artigiani n°52 e-mail: info@incofil.com http://www.incofil.com
<b>Validità del Certificato</b>	Anni 5 dalla data del protocollo soprariportata
Il presente Certificato di idoneità è composto di n. 42 pagine. Il presente Certificato è emesso in formato digitale ed è riproducibile solo nella sua interezza.	
 Via Nomentana 1 - 00191 Roma Tel. 06.441211 www.mcf.it	

## READY-S



READY-S

MACCAFERRI





# READY-S

MACCAFERRI

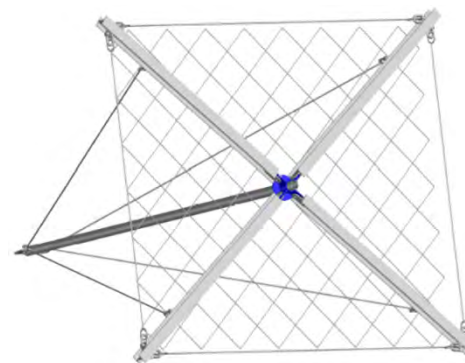


## READY-S – Principali punti di forza

MACCAFERRI



- M** Strutture **completamente preassemblate**
- M** **Apertura automatica**
- M** **Alta produttività** in cantiere (apertura in un minuto)
- M** Prestazioni **certificate** (CVT)
- M** Caratteristiche esclusive per migliorare la **sicurezza in cantiere**



MACCAFERRI

---

---

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

---

---

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

MACCAFERRI