



Soluzioni per la mitigazione del rischio da caduta massi

Stefano Cardinali

Ufficio Tecnico
Officine Maccaferri Italia

MACCAFERRI



 Gruppo
Industriale
Maccaferri

Engineering a Better Solution

1. Soluzioni e strategia di intervento

MACCAFERRI



Interventi nella zona di distacco



Interventi nella zona di transito e/o di arresto

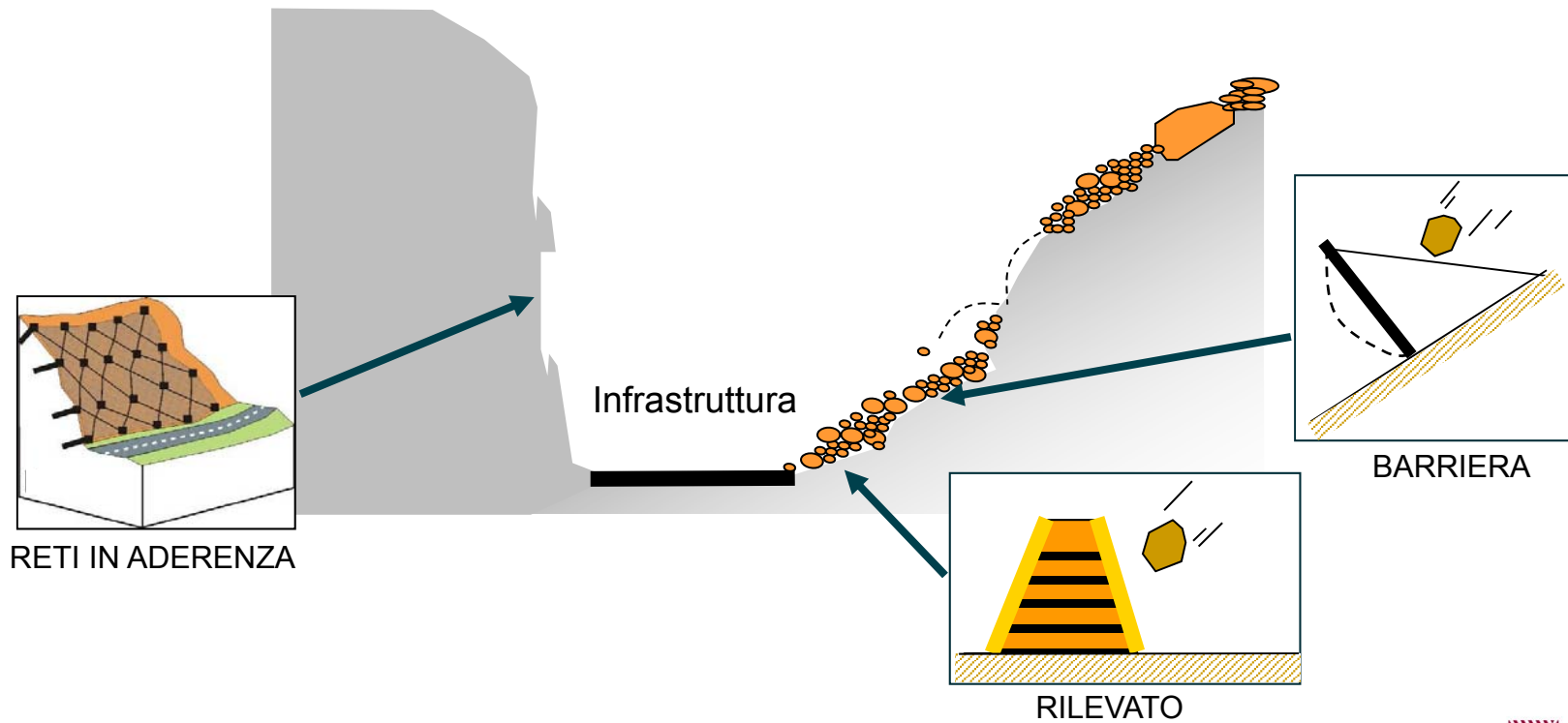


1. Soluzioni e strategia di intervento

MACCAFERRI



Morfologia del sito di intervento



1. Soluzioni e strategia di intervento

MACCAFERRI

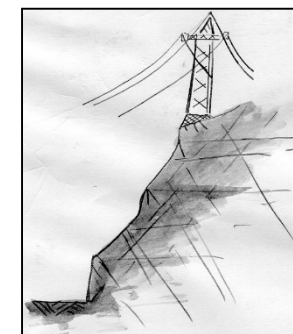
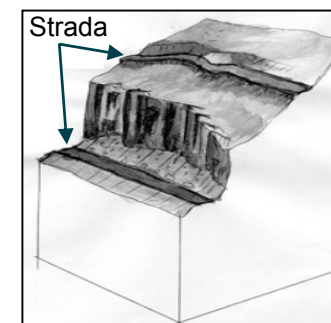


Altri fattori chiave nella scelta della migliore soluzione

- 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



2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI

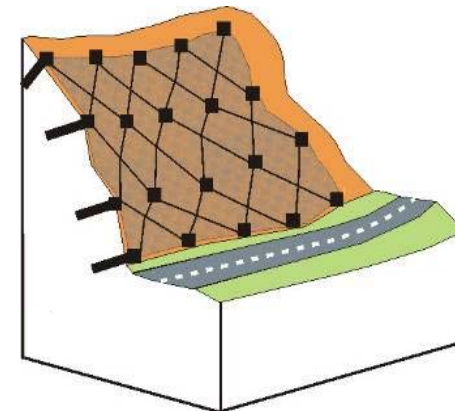


Interventi nell'area di distacco

Rivestimento semplice



Rafforzamento corticale



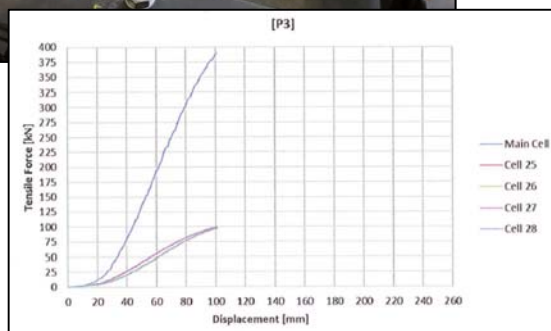
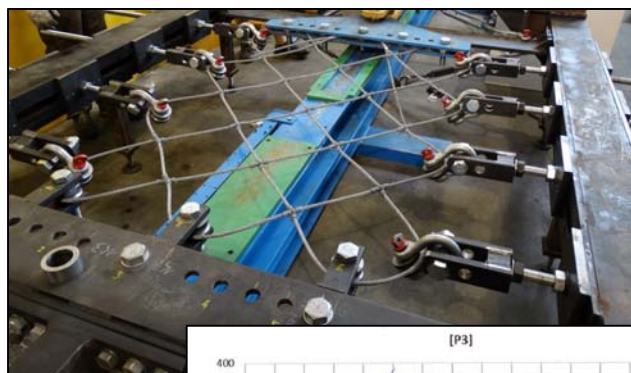
2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI

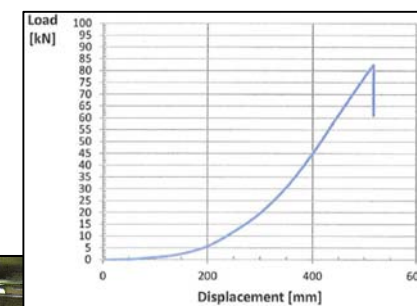
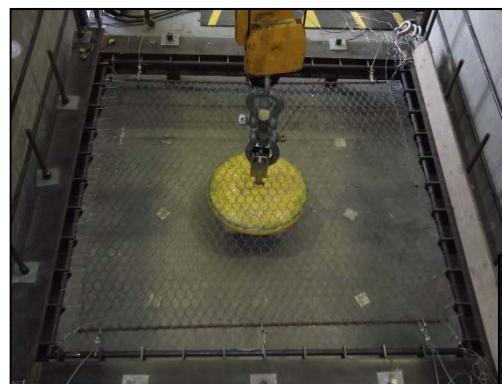


Caratterizzazione proprietà meccaniche delle reti metalliche UNI 11437:2012 - ISO 14475:2016 - ISO 14476:2016

Prova di trazione



Prova di punzonamento



2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Certificato di Costanza della Prestazione e DOP

Notifikovaná osoba č. 1301
TECHNICKÝ A SKÚŠOBNÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, n. o.
 BUILDING TESTING AND RESEARCH INSTITUTE
 Štefánikova 3, 801 00 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 e MACMAT HS) 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 alle EN 10223-3: 2013, Annex A, in relazione ai diversi rivestimenti del filo ed alle diverse categorie di corrosività.

Inmesso sul mercato
Officina Maccaferri S.p.A.
Via Kennedy, 10, 40069 Zola Predosa (BO)
Italia
 e fabbricato nello stabilimento di produzione

OM200902
OM201002
OM2012-05
OM2012-06

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritte in

ETA 160758 emessa il 17/10/2016
 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 10 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, 19 Dicembre 2016

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

086347

CE

Dichiarazione di Prestazione
 Nr.: Bando DT Rete 1 e di 404-DOP-1228-2016023

Obiettivo:
 Qualificazione del materiale:
 Prodotto:
 Documento di trasporto:
 Descrizione materiale:
 Osservazioni:

Nome Prodotto: **RETE DT**

Tipologia Prodotto: **RETE 1 e di 404**

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.

MACCAFERRI

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

AVCP:
 TAB:
 EAD:
 Ente notificato:
 Via rilasciato il Certificato di Costanza della Prestazione:
 nr. 1228

Obiettivo: 1
 Tabella: 1
 EAD: 230008-00-0106
 Ente notificato: 1301
 Via rilasciato il Certificato di Costanza della Prestazione: nr. 1228

Caratteristiche essenziali	Prestazione	Specifiche Tecniche
Tipologia maglia, Dimensione Maglia	8x10 (L x H) mm	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Dimensione filo	3,00 (ø 0,07) mm	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Rivestimento protettivo del filo	Zinc99%Alumino1% classe A	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Rivestimento a base di zinco, allungamento	250 - 550 mPa, > 8 %	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Rivestimento a base di zinco, allungamento	88 (x 1) mPa	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Capacità di carico a punzonamento	65 (x 4) kN	EAD 230008-00-0106 (EN 11437)
Deformazione massima sotto carico	512 (x 50) mm	EAD 230008-00-0106 (EN 11437)
Resistenza a corrosione in SO ₂	> 28 cicli con meno di 5% di ruggine	EAD 230008-00-0106 (EN 15016)
Resistenza a corrosione in ambiente salino (EN ISO 10273)	> 1000 h con meno di 5% di ruggine	EAD 230008-00-0106 (EN 10223-3)
Durabilità vita utile presunta (EN 10223-3)	10 anni in categoria C2, 25 anni in categoria C3, 10 anni in categoria C4	EAD 230008-00-0106 (EN 15016)

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

Firmato a nome e per conto del fabbricante: Ing. Paolo Bianchi - Responsabile tecnico

Zola Predosa (BO) - 29050216

Stabilimento di produzione come indicato sulla etichetta del prodotto o sul Certificato di Conformità del CE:
 Documento conforme alla "Linea Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in reti metalliche a doppia torsione" approvata dalla Presidenza Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed alla EN 10223-3:2013

Gruppo Industriale Maccaferri

2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



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



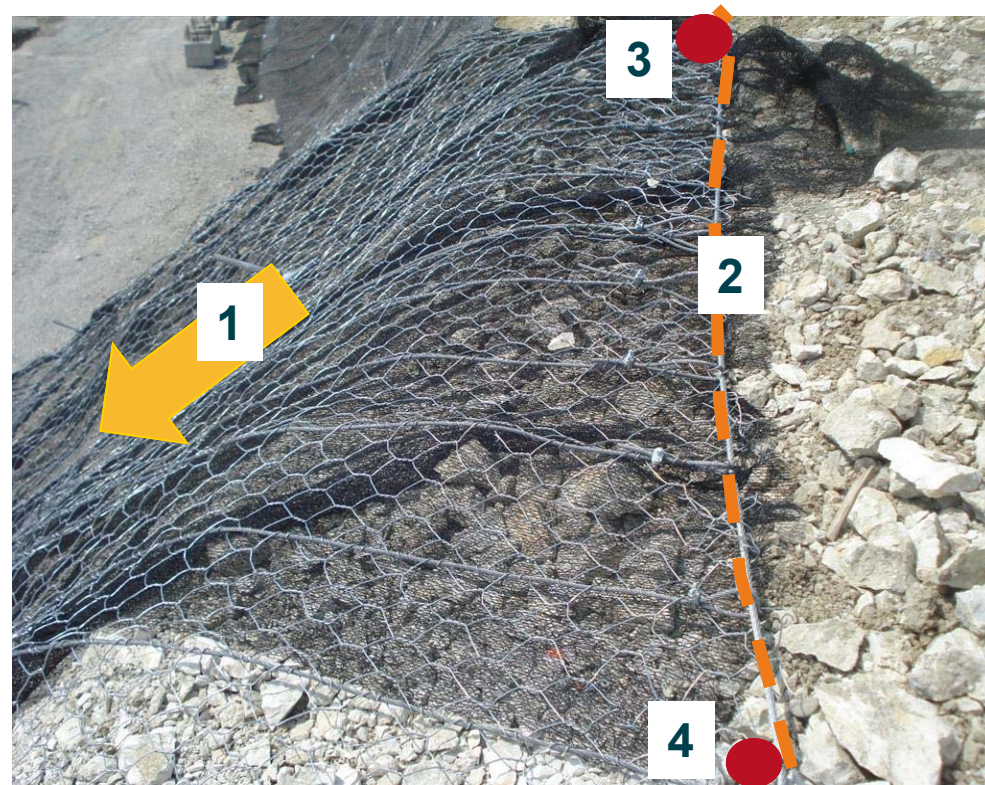
2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Verifiche

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



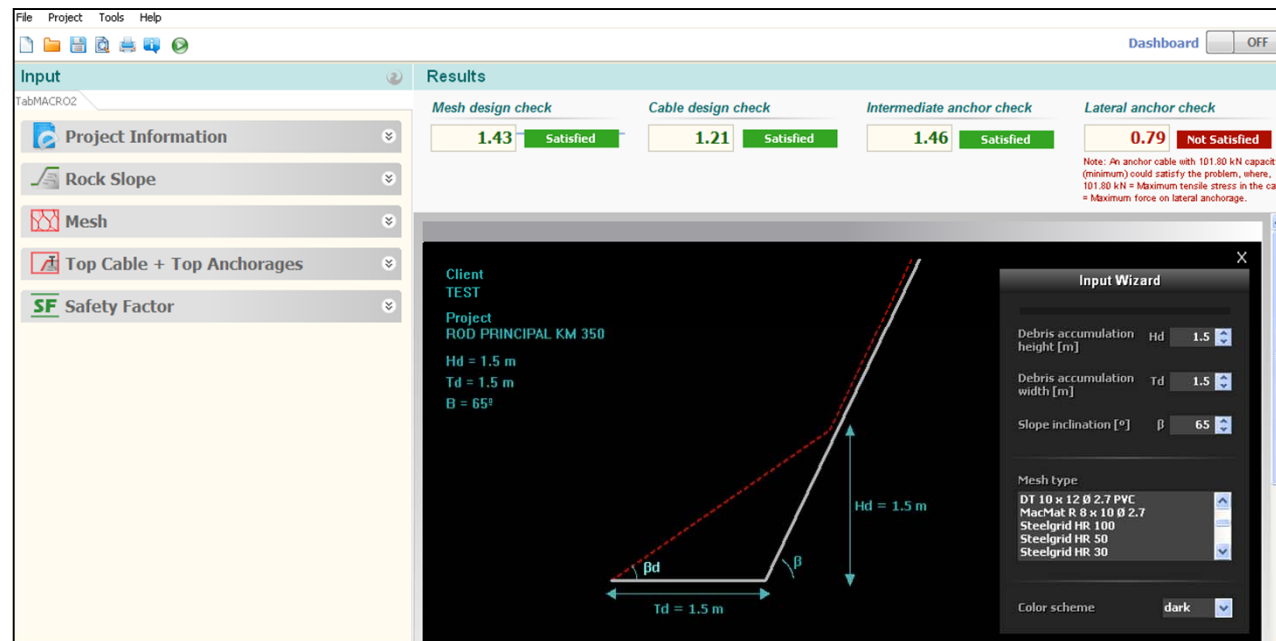
2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



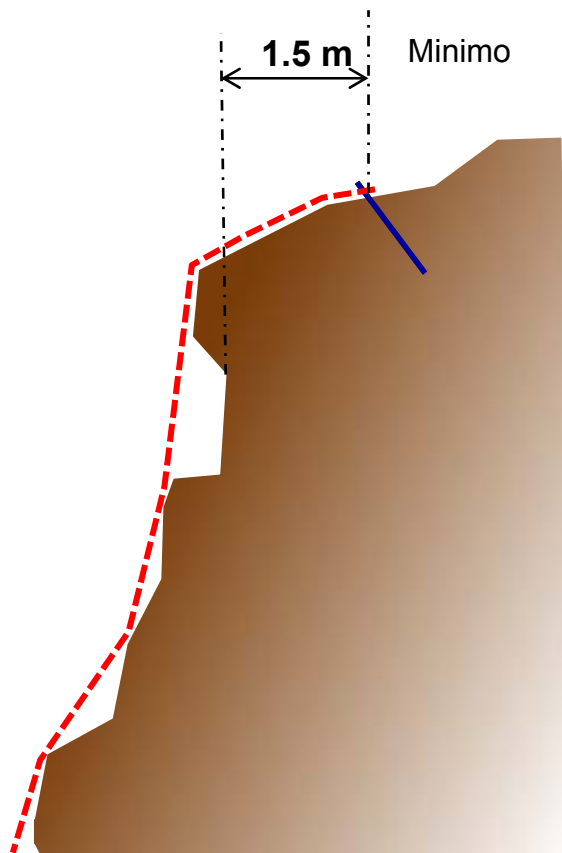
Software per il dimensionamento di rivestimenti semplici

Macro 2

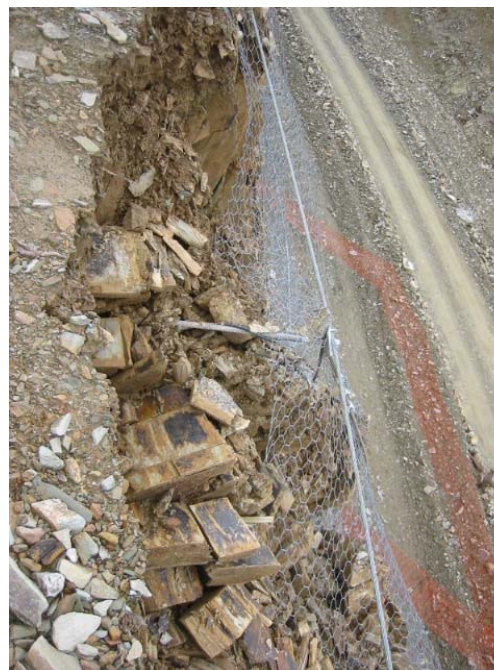


2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Geometria del sistema di ancoraggio



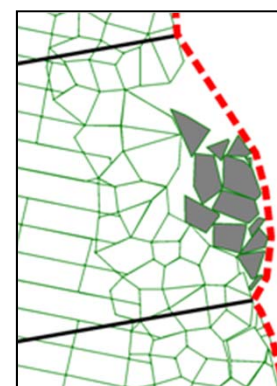
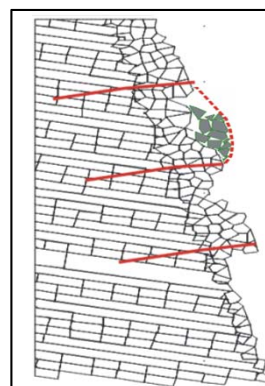
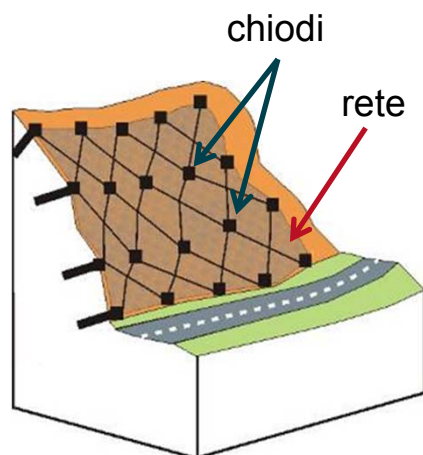
Almeno 1.5 m di zona libera alla sommità

2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Rafforzamenti corticali



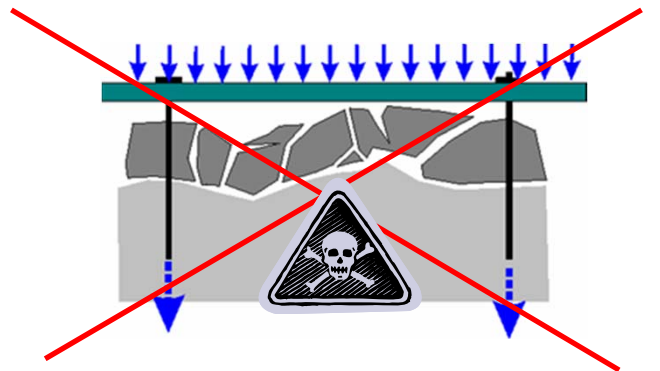
Ancoraggi

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

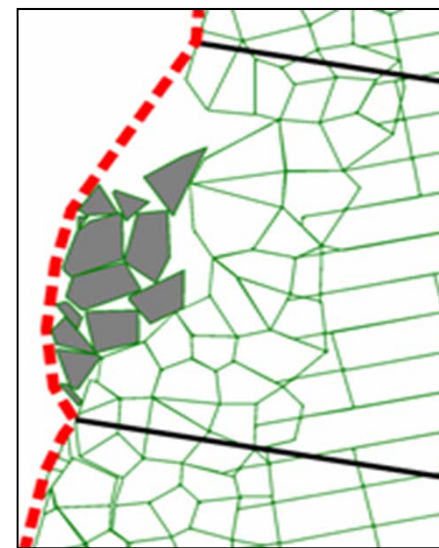
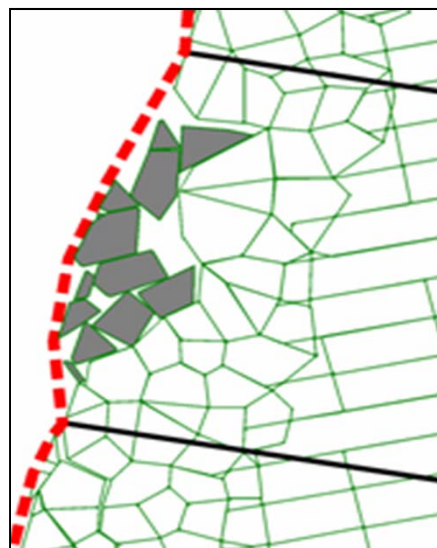
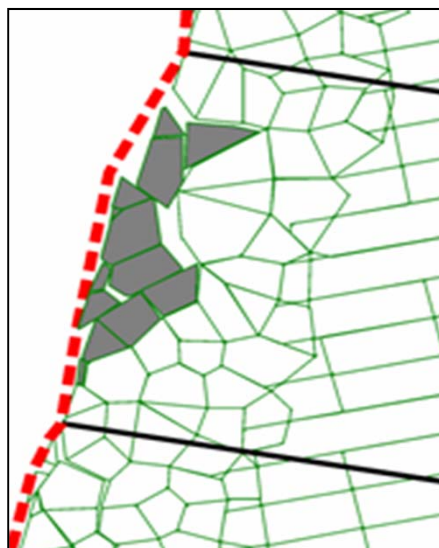
CIRIA 2005 – Soil nailing Best practice guidance: Flexible structural facing

2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



RIGIDITÀ MEMBRANALE DELLA RETE



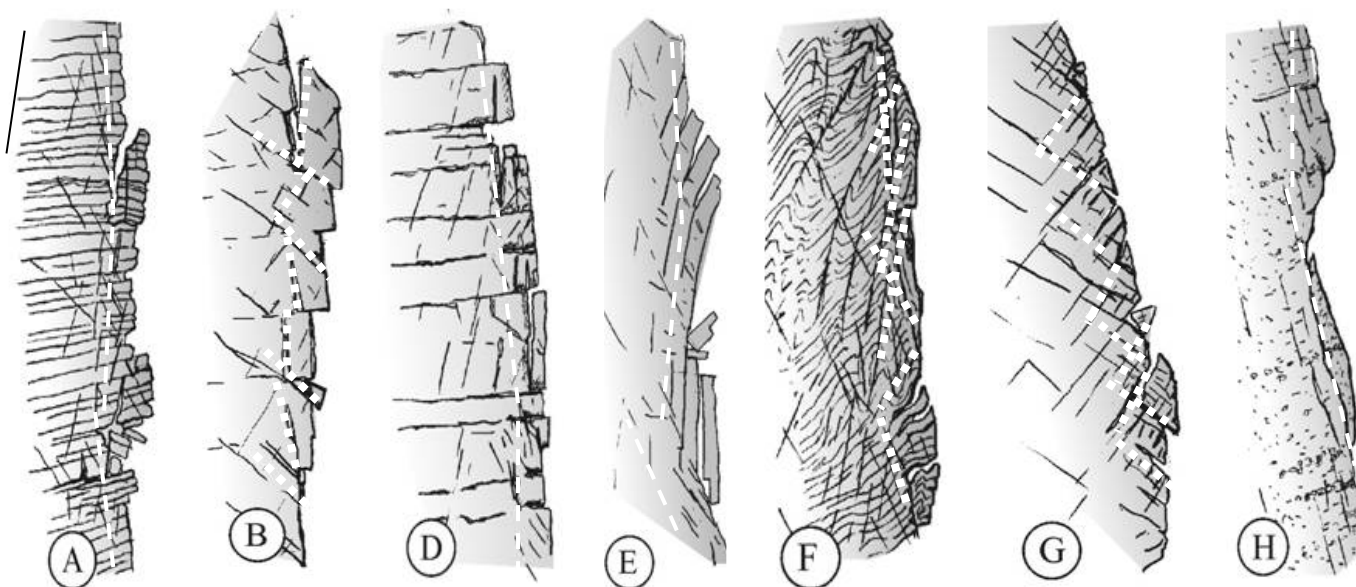
Rete troppo deformabile e flessibile = denudazione degli ancoraggi = minore stabilità

2. 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.



2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



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.

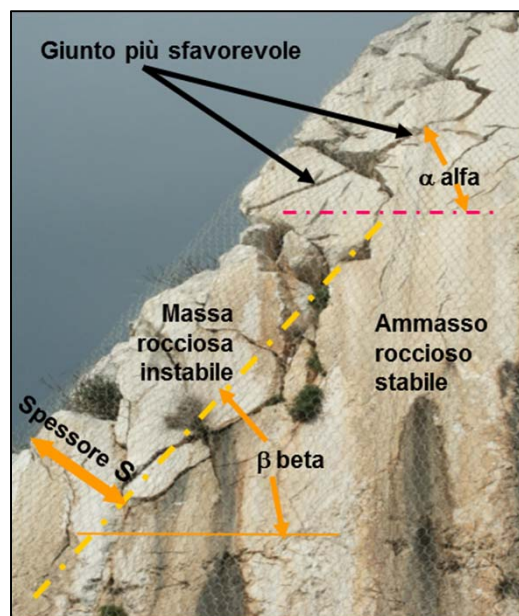


2. Reti in aderenza su pendii in roccia

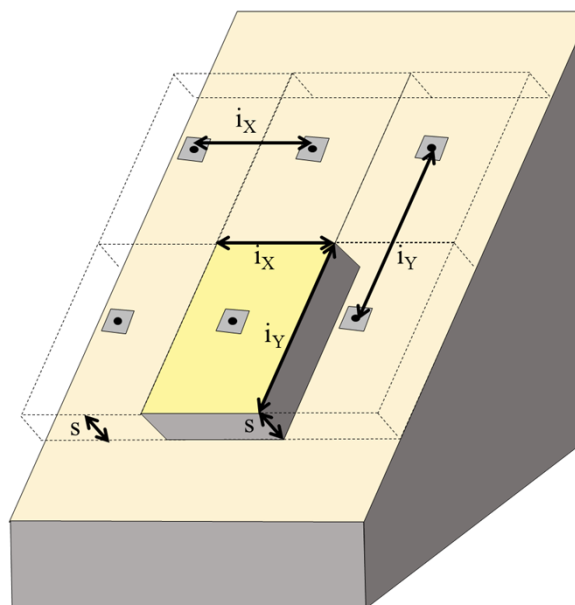
MACCAFERRI



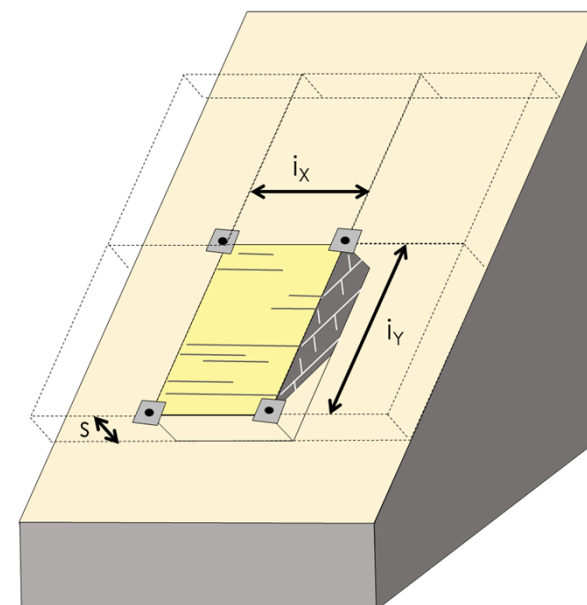
Modello di calcolo



Dimensionamento dei chiodi



Verifica della rete
agli stati limite ultimo e di servizio



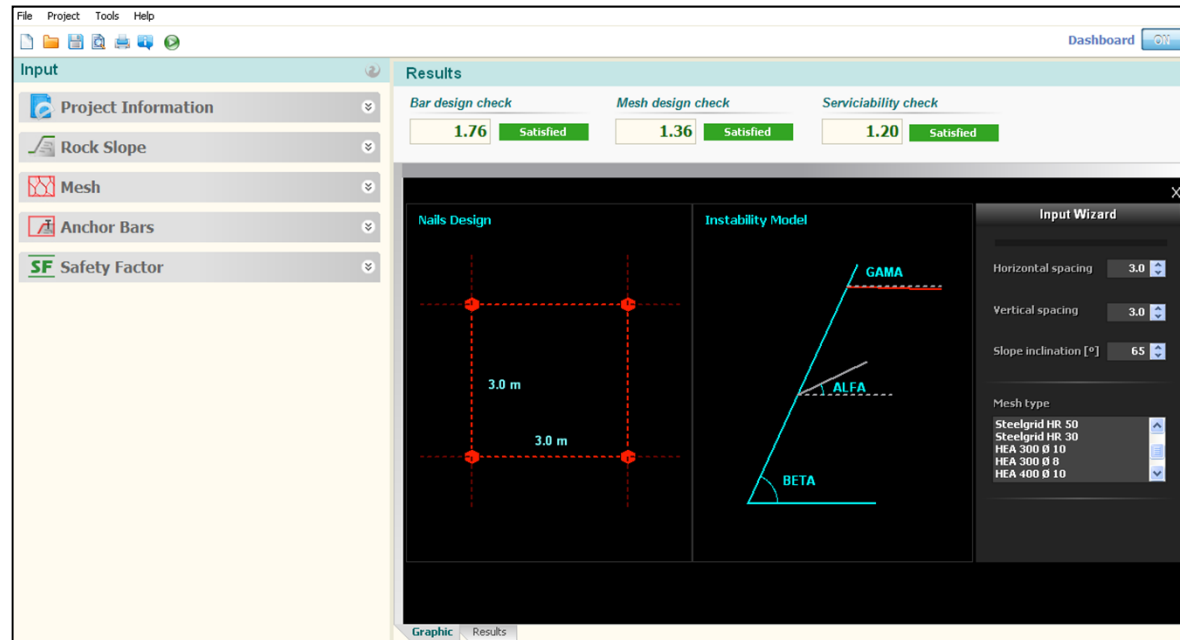
2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Software per il dimensionamento di rafforzamenti corticali

Macro 1



2. Reti in aderenza su pendii in roccia

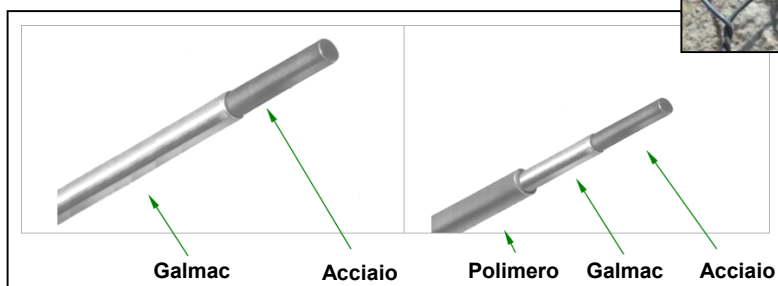
MACCAFERRI



RETE A DOPPIA TORSIONE

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale tipo 8x10 rivestita in:

- Galmac (Zn+5%Al)
- Galmac + Polimero



- Caduta di piccoli blocchi ($\phi < 30$ cm)
- Colate di detriti di piccola entità
- Erosione localizzata

2. Reti in aderenza su pendii in roccia

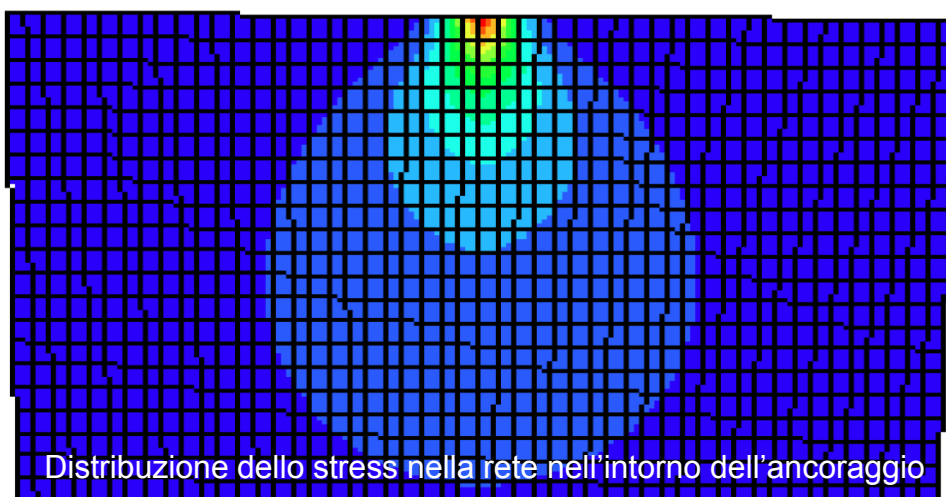
MACCAFERRI



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



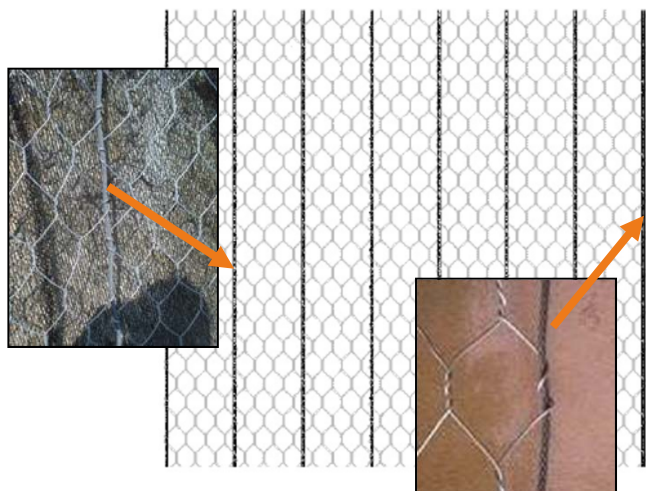
2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



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+5%Al)



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

2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



STEELGRID HR KIT



2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Frauenberg (Germania)



2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



STEELGRID HR PVC

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 PVC



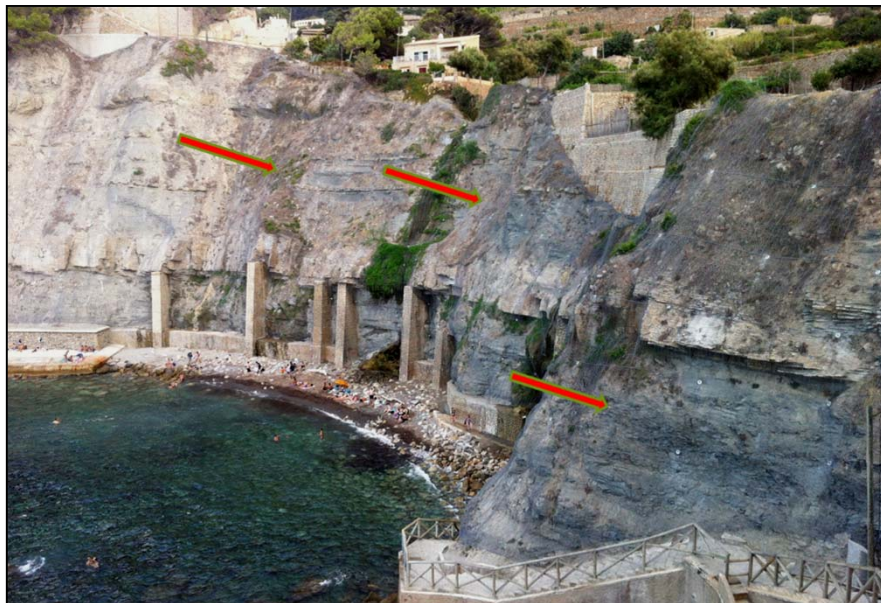
- Caduta di blocchi di dimensione significativa (vol. $\approx 1,0 \text{ m}^3$)
- Rivestimenti semplici e rafforzamenti corticali in ambienti aggressivi

2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Cala Banyalbufar, Maiorca



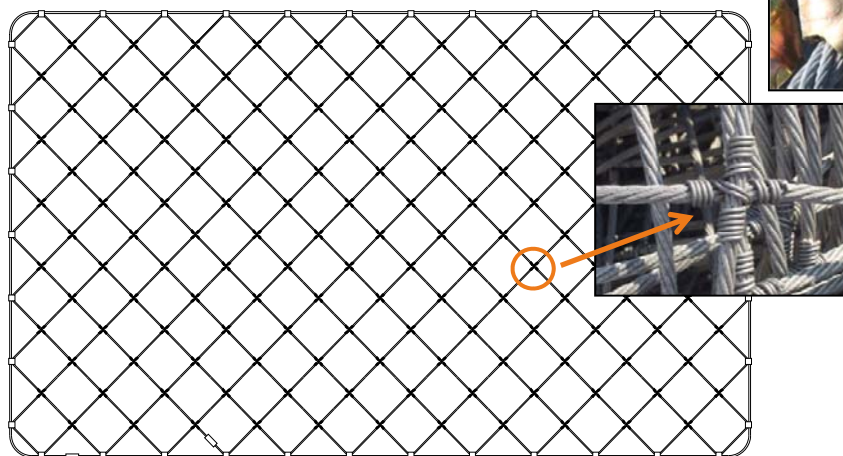
2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



PANNELLI HEA

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



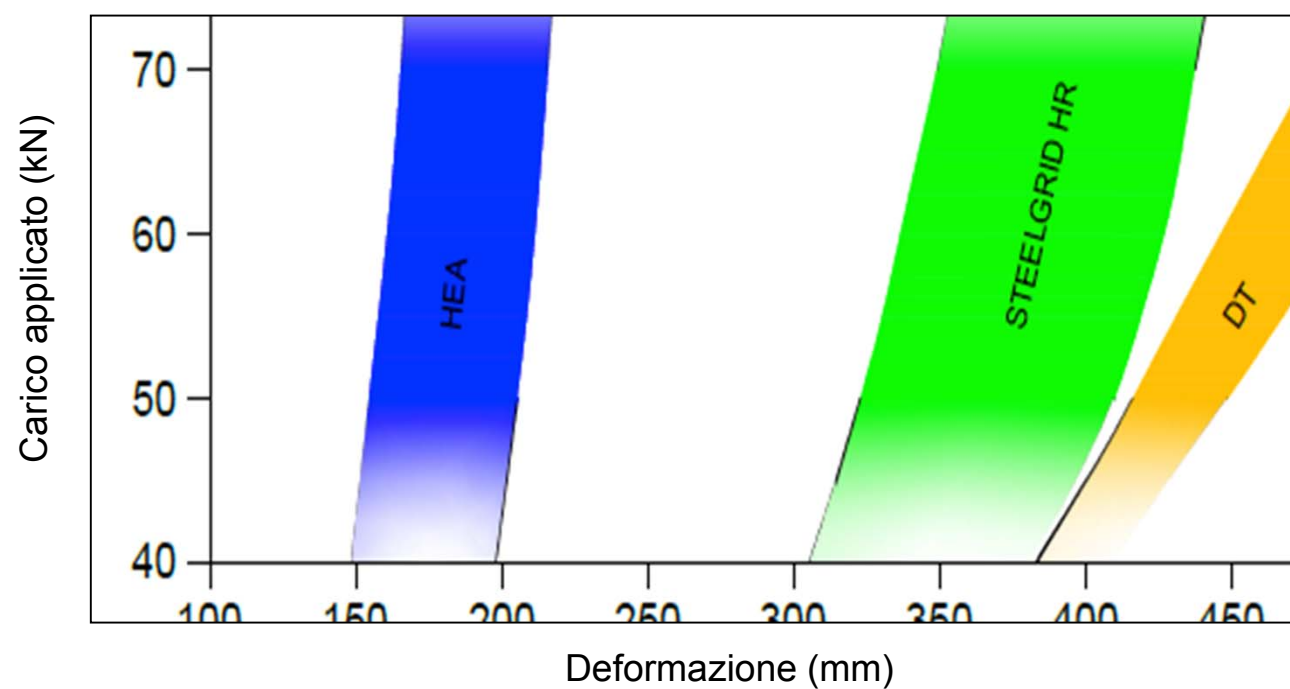
- Rafforzamenti corticali con ridotte deformazioni
- Rivestimento ed imbragaggio grossi blocchi instabili, speroni, pinnacoli ecc.

2. Reti in aderenza su pendii in roccia

MACCAFERRI



Risultati prove di punzonamento UNI 11437:2012



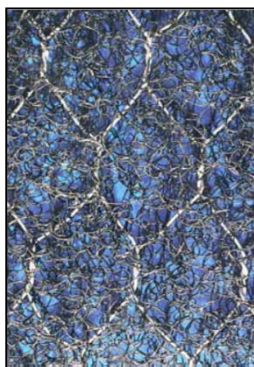
3. Reti in aderenza su pendii naturali o su scavi in terreno sciolto

MACCAFERRI



MACMAT-R

Rete a Doppia Torsione a maglia esagonale preaccoppiata ad una geostuoia tridimensionale in PP



- Protezione dall'erosione
- Rinverdimenti
- Stabilizzazione superficiale



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

MACCAFERRI



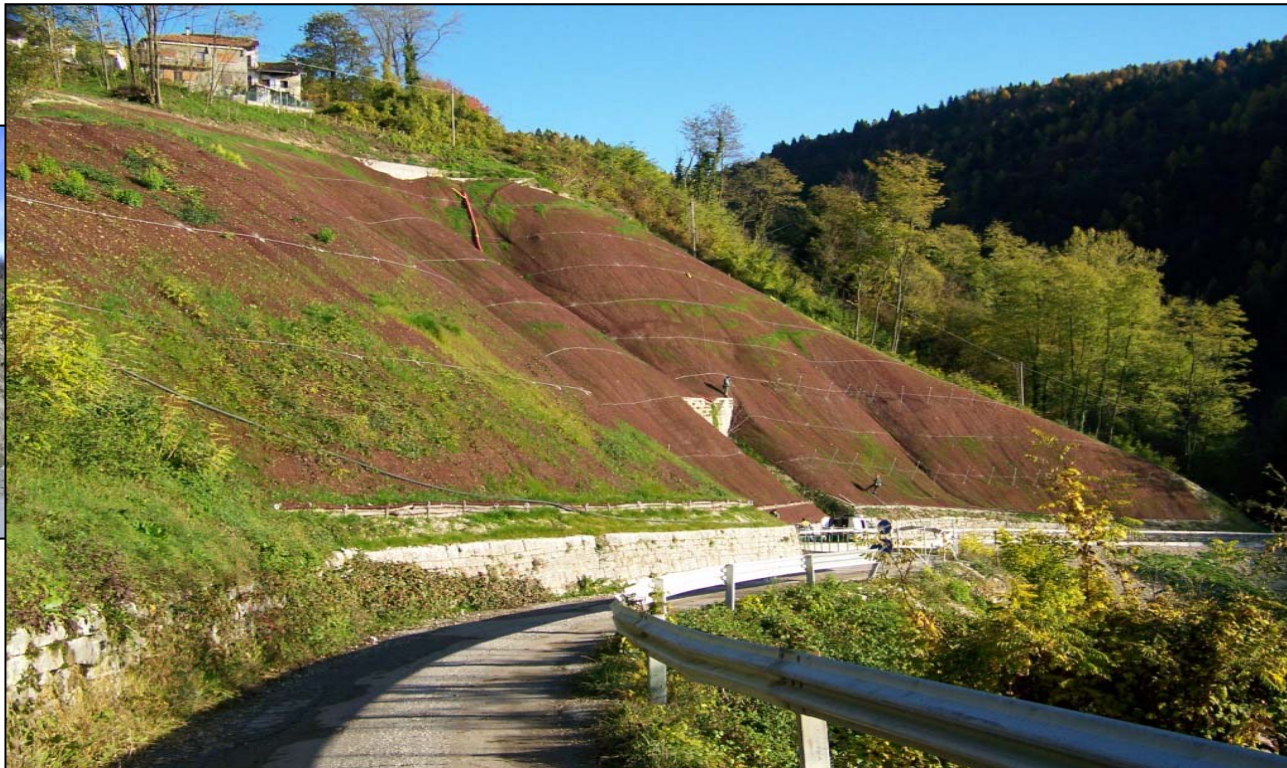
MACMAT HS

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



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

MACCAFERRI



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

MACCAFERRI



Alta Velocità Bologna-Firenze



Rivestimento anti-erosivo e consolidamento di pendii in terreno sciolto o con copertura detritica

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

MACCAFERRI



Soil Nailing con rivestimento strutturale flessibile



Rivestimento anti-erosivo di scavi definitivi

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

MACCAFERRI



Soil Nailing con rivestimento strutturale flessibile



Rivestimento anti-erosivo ad elevata rigidezza
di scavi definitivi



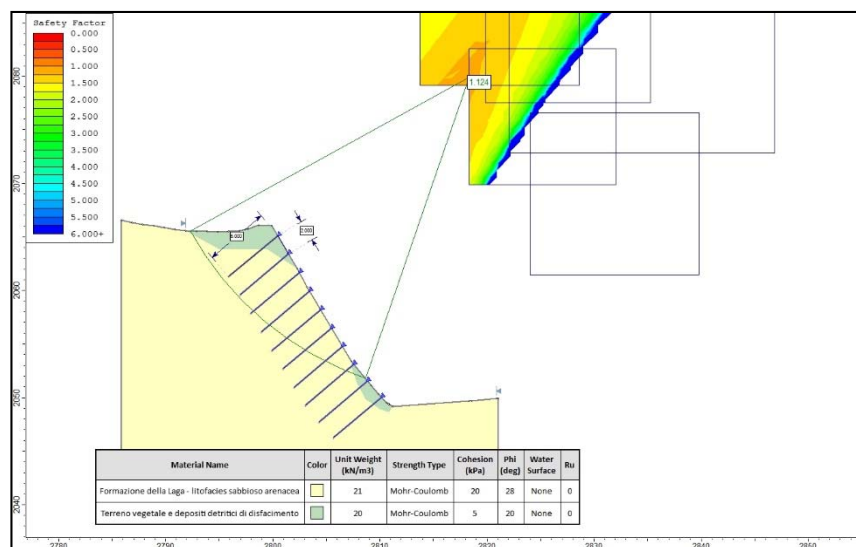
3. Reti in aderenza su pendii naturali o su scavi in terreno sciolto

MACCAFERRI

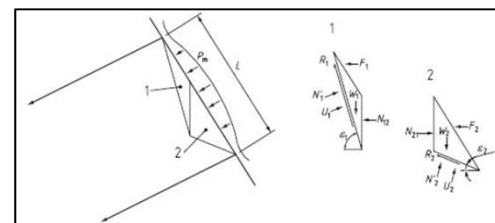


Soil Nailing con rivestimento strutturale flessibile

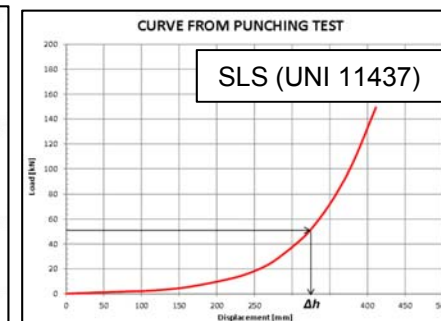
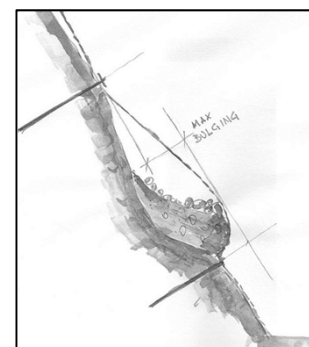
Verifica della stabilità globale e dimensionamento dei chiodi



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



SLU (BS 8006-2)



SLS (UNI 11437)

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



Struttura di intercettazione
(rete)



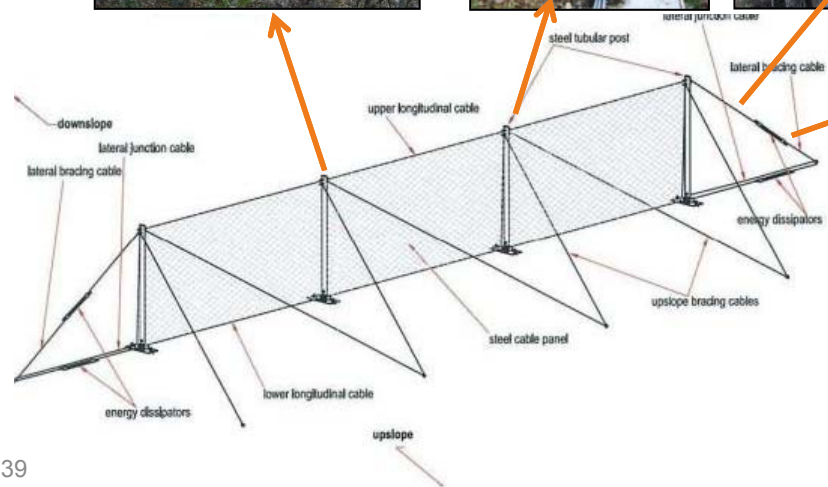
Struttura di supporto
(montanti)



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



Dissipatori di energia



Fondazioni (NOTA: non sono parte del kit ETAG)





European Organisation for Technical Approvals



ETAG 027 GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL
OF FALLING ROCK PROTECTION KITS – 2008 (rev. 2013)



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



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

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



Campo prove di Fonzaso (BL)

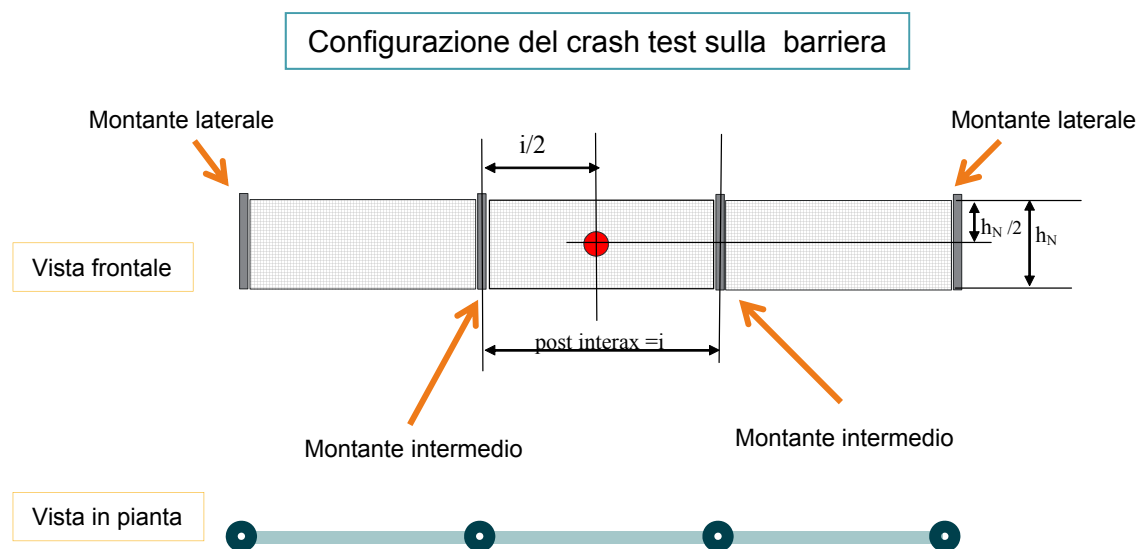


4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



Le prove in campo sono condotte su una barriera con tre moduli allineati, ragione per cui i tre moduli sono la lunghezza minima suggerita per la barriera.



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



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

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

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

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



La gamma e le caratteristiche principali

Barriera	MEL (kJ)	Altezza nominale (m)	Altezze certificate ETAG 027 (m)	Deformazione massima MEL (m)
RB 100 UAF	100 *	2,13	2,0 – 2,5	2,10
RMC 050 ICAT/2	500 *	2,99	3,0 – 3,5	3,40
RB 750	750	3,16	3,0 – 3,5	4,21
RB 1000	1000	3,75	3,5 – 5,0	4,63
RB 1500	1500	4,02	4,0 – 5,0	5,80
RMC 200/A	2000	4,03	4,0 – 5,0	5,25
ROC 200/5	2000	5,02	5,0 – 6,0	5,82
RMC 300/A	3000	5,03	5,0 – 6,0	6,05
RMC 500/A	5000	6,01	6,0 – 7,0	6,50
RMC 850/A	8600	6,75	6,5 – 8,0	8,10

* senza controventi di monte



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



ETA

Certificato di Costanza della Prestazione

DOP

TSUS
Technický a skúšobný ústav stavebný, n. o.
Building Testing and Research Institute
Štúrova 3
821 04 Bratislava
Slovak Republic
Phone: +421 2 48278101
E-mail: stamaw@tsus.sk
Website: www.tsus.sk

Member of **ETA**
www.eta.eu

European Technical Assessment **ETA 12/0396 – version 01**
of 07/09/2017

General Part
Technical Assessment Body issuing the ETA and designated according to Article 28 of the Regulation (EU) No 305/2011: **Technický a skúšobný ústav stavebný, n. o.**

Trade name of the construction product Falling Rock Protection K4 RB 1500

Product family to which the construction product belongs Product area code: 34
Building KOs, Units and Prefabricated elements

Manufacturer Officine Maccaferri S.p.A.
Via Kennedy, 10
40069 Zola Predosa (BO)
Italy
http://www.maccaferri.com

Manufacturing plant OM201101
OM-2013-07

This European Technical Assessment contains 24 pages including 15 annexes which form an integral part of this assessment.

This European Technical Assessment is issued in accordance with regulation (EU) No 305/2011, on the basis of Annexes 1/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14 contain confidential information and are not included in the European Technical Assessment when that assessment is publicly available.

This version replaces European Technical Approval ETA-120396 with validity from 25.10.2012 to 25.10.2017

Notifikovaná osoba č. 1301
TECHNICKÝ A SKÚŠOBNÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, n. o.
BUILDING TESTING AND RESEARCH INSTITUTE
Štúrova 3, 821 04 Bratislava, Slovenská republika

Certificato di Costanza della Prestazione
1301 – CPR – 0835

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

Barriera paramassi RB 1500
Classificazione livello energia
4
Classificazione altezza residua per MEL
Categoria A

con uso previsto di trattenere massi in caduta con Livello Energetico di Servizio (SEL) di 500 kJ e con un Livello Energetico Massimo (MEL) di 1500 kJ in un intervallo di temperature ambientali da - 20 °C a + 50 °C.

Immessi sul mercato da
Officine Maccaferri S.p.A.
Via Kennedy, 10, 40069 Zola Predosa (BO)
Italia
e fabbricato nello stabilimento di produzione
OM201101

Questo certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la valutazione e la verifica della costanza della prestazione descritte in
ETA 120396 emessa il 07/09/2017
e
ETAG 027, Aprile 2013 (usata come EAD)
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 Novembre 2012 (in accordo con la CPD) e rimarrà valido fintanto che l'ETA, l'ETAG, 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 prodotto.
Bratislava, 6 Ottobre 2017

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

092893

CE
Dichiarazione di Prestazione
No.: ROCKFALL BARRIER RB 1500-02 DOP-0835-20130701

Clienti
Destinazione materiale:
Ordine: N°
Documento di trasporto: N°
Garanzia: data:

Nome Prodotto: **KIT BARRIERA PARAMASSI RB**

Tipo Prodotto: Barriera Paramassi RB 1500

Uso previsto: lavori di ingegneria civile per il blocco di massi rocciosi in movimento con un Livello Massimo di Energia pari a 1500kJ

MACCAFERRI
Officine Maccaferri Spa
Via J. F. Kennedy, 10
40069 Zola Predosa (BO) - Italy
www.officemaccaferri.com

AVCP: Sistema 1

Valutazione tecnica europea: TSUS, Technický a Skúšobný Ústav Stavebný – 1301 ha rilasciato ETA – 120396 in base all'ETAG 027/2008

L'Organismo Notificato TSUS, Technický a Skúšobný Ústav Stavebný – 1301 ha determinato il prodotto-tipo in base a prove di tipo (compreso il campionamento, a calcoli di tipo, a valori desunti da tabelle o a una documentazione descrittiva del prodotto, eseguito l'ispezione iniziale dello stabilimento di produzione e del controllo della produzione in fabbrica, la sorveglianza, valutazione e verifica continue del controllo della produzione in fabbrica, ed ha rilasciato il certificato di conformità CE.

no. 0835 In accordo con Sistema 1

Caratteristiche essenziali	Prestazioni dichiarate	
	Valore medio	Specifiche Tecniche
Livello di Energia Massimo	Classe 4	ETAG 027
Altezza residua dopo MEL	Categoria A	ETAG 027

La prestazione del prodotto indicata sopra sono conformi alle prestazioni dichiarate.
Si rilascia la presente dichiarazione di prestazione sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante.

Firmato a nome e per conto del fabbricante:
Ing. Francesco Ferraro – Direttore Tecnico

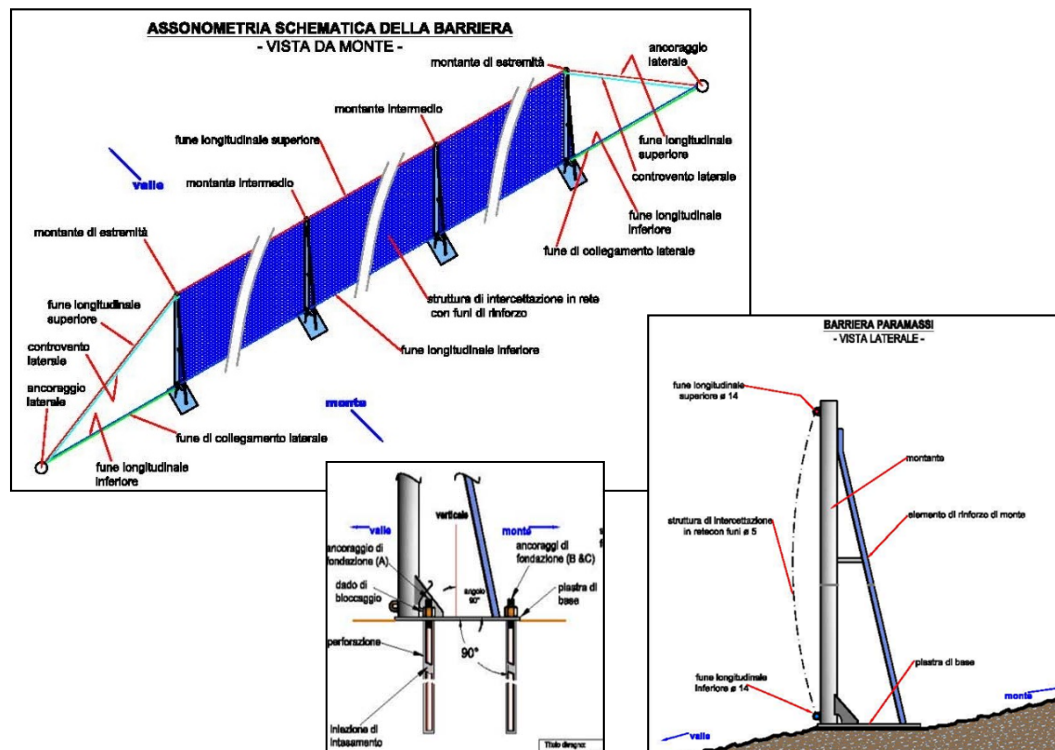
Zola Predosa (BO) – 01/07/2013

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



RB 100 UAF (100 kJ)



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



SP 136 Visso – Castel Sant'Angelo sul Nera

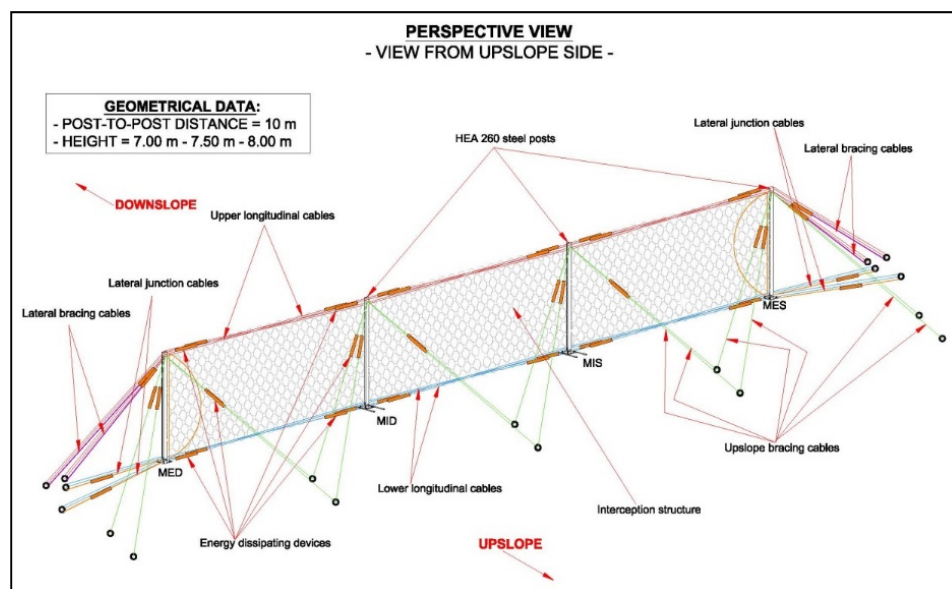


4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



RMC 850/A



MACCAFERRI TECHNICAL DATA SHEET
Rev. 01, Date 23.07.2013

MAC.RO. SYSTEM - RMC 850/A - 8600 kJ
HIGH RESISTANCE ROCKFALL BARRIER

The RMC850/A rockfall barrier is currently the barrier tested and certified in accordance with ETAG 027 with the highest performance in terms of energy absorption. The RMC850/A rockfall barrier is in fact capable of withstanding the impact of a rock block with energy levels in excess of 8600 kJ.

Standards and Reference Guidelines:
ETAG 027 "Guideline for European Technical Approval of Falling Rock Protection Kits"
Standard on materials:
EN 10219 "Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels"
EN 10254-2 "Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels"
EN ISO 1461 "Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test"
EN 12385 "Steel wire ropes - Safety"
EN 10254-2 "Steel wire and wire products - Steel wire for ropes - Part 2: cold drawn non alloy steel wire for ropes for general applications"
EN 10254-2 "Steel wire and wire products - Non ferrous metallic coatings on steel wire - Zinc or zinc alloy coatings"

System technology
The retaining main panel is placed on the downslope side of the barrier. Posts are independently of the net. If a post is hit by falling block and damaged, the adjacent posts take the additional forces, ensuring that the catching performance of the system is not compromised.
The retaining layer is made by steel rings panels, and it is continuous. During an impact, the system ensures that the energy of the falling rock is dissipated, and the rock is prevented from moving any further.
The energy dissipating devices absorb the applied energy by deformation and not by friction, thereby guaranteeing a better and longer lasting performance.
No downslope bracing cables required.
The rockfall barrier meets quality certification standard UNI EN ISO 9001, at each step of design, manufacturing and marketing.

Main barrier features
The barrier can be installed on any rock and soil type and profile. The barrier layout makes it ideal for use on rugged slopes. Posts (pinholes) have only a ground smoothing purpose. The applied forces are transferred to the ground through steel bars or micropiles.
The system is easy to install, even under severe environmental conditions; the installation can be accomplished in a short time.
The system requires minimal maintenance.
The main interception structure consists of steel rings panels.

Design
The minimum rockfall barrier length is 30 m. The optimum barrier length is between 50 m and 70 m.
Foundation design is dependent on the forces acting at the base, and on the soil type. If the slope geometry produces an offset in the barrier alignment, causing an upslope angle measuring less than 180° (e.g. 160°), a downslope anchor is required. Foundation design depends on the forces acting at the base of the posts and on the cables, and the soil type.

Carried out tests and main data
Dynamic impact test on a full scale barrier sample of 3 spans, 10 m post-to-post distance, and 7 m height. The test program was drawn up and carried out following the instructions provided in the document SETAG 027.
MEL (Maximum Energy Level) test results:
Energy: 8644 kJ
Barrier Nominal Height: 7.0 m
Maximum Barrier Elongation: 8.10 m
Barrier Residual Height > 51% of the nominal height
Category A of ETAG 027

ETA n. 13/0017

CE
8888-CPD-0013-01

Block used for the MEL test
16.5 t / 3 m

The rockfall barrier RMC850/A is the property of RISP s.p.a. and is marketed under license by Officine Maccaferri Group.
Validity: valid the product in accordance with National Security Requirements if the job is done with suspension or security ropes, personal protective equipment against fall risk must be connected with anchor points in agreement with EN 795.
Maccaferri reserves the right to amend product specifications without notice and specifiers are requested to check the validity of the specifications they request.
Officine Maccaferri S.p.A.
Via Kennedy, 10 - 40060 Zola Predosa (BO) - Italy
Tel: (+39) 051-463600 - Fax: (+39) 051-443601
E-mail: comen@maccaferri.com - Web site: www.officinemaccaferri.com

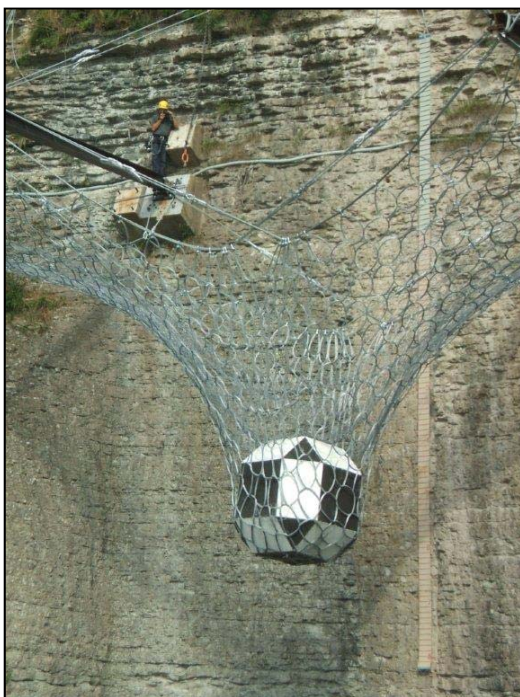
Authorizes the Certified Quality System (CQS) with ACCORDING to EN ISO 9001 and EN ISO 14001

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



RMC 850/A



Test MEL
Velocità impatto = 30.31 m/s
Energia cinetica = 8644 kJ
Altezza nominale = 6.75 m
Altezza residua = 3.89 m (58% h_n)



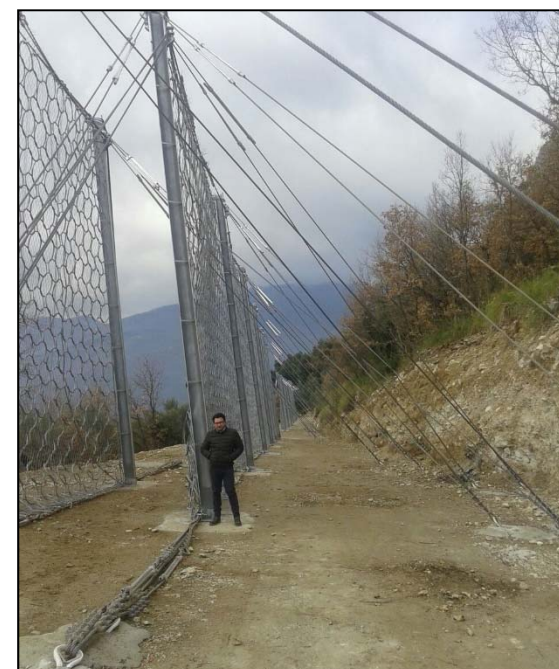
Blocco usato per il test MEL
18,815 kg

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI

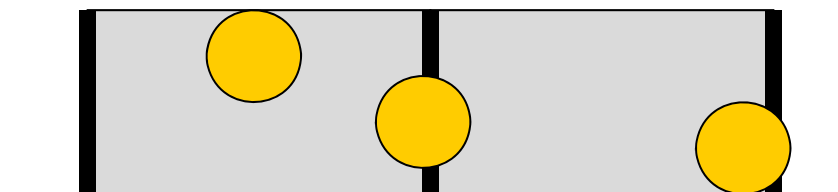


Foglianise (BN) 2016-2017
8600 kJ H8 250 ml



4. Barriere paramassi

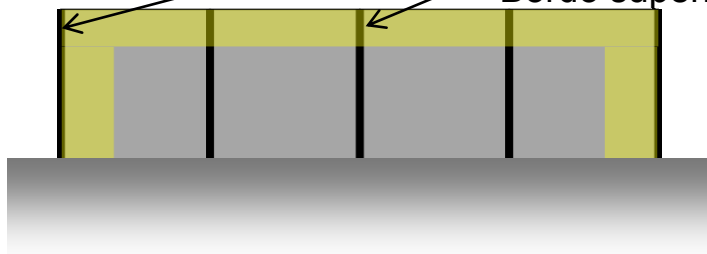
MACCAFERRI



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

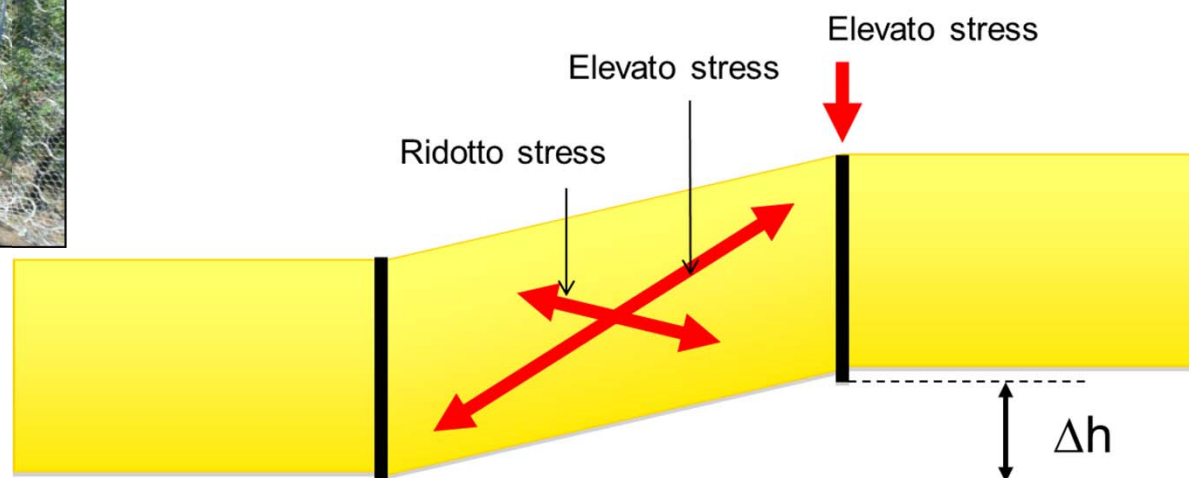
Punti potenzialmente deboli:

- Porzione laterale della tratta
- Bordo superiore



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



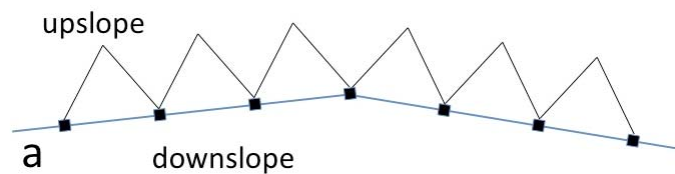
Se le basi dei montanti non sono disposte sullo stesso livello, la distribuzione delle forze sui vari component del kit non è uniforme: alcuni elementi potrebbero essere soggetti ad un carico maggiore rispetto a quello di progetto

4. Barriere paramassi

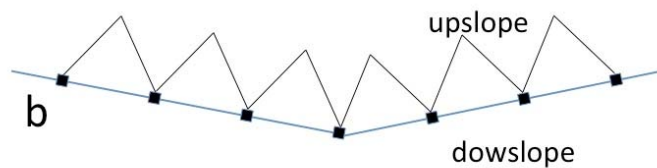
MACCAFERRI



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

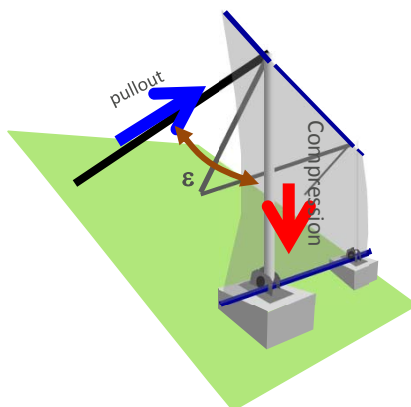


4. Barriere paramassi

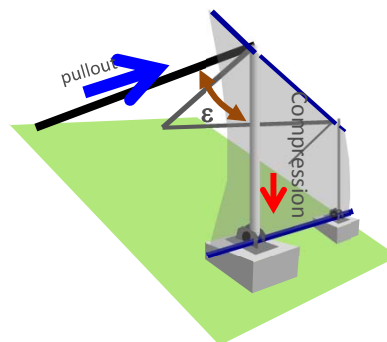
MACCAFERRI



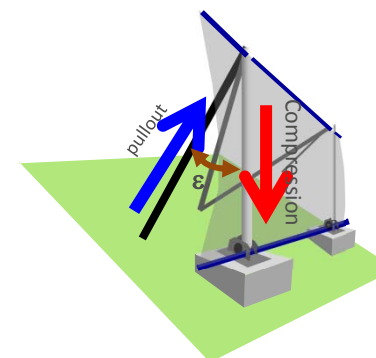
Variazione del carico di compressione alla base del montante e della forza agente sui controventi (e ancoraggi) di monte in funzione dell'inclinazione dei controventi di monte



Standard ε : OK



Maggiore ε : OK



Minore ε : NO

Progettazione

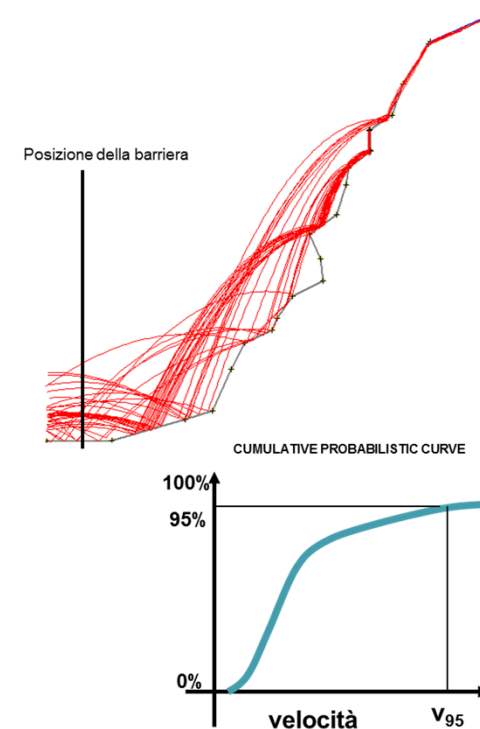
I crash test sulla barriera sono delle prove indicative perché sono sviluppate in particolari condizioni.

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

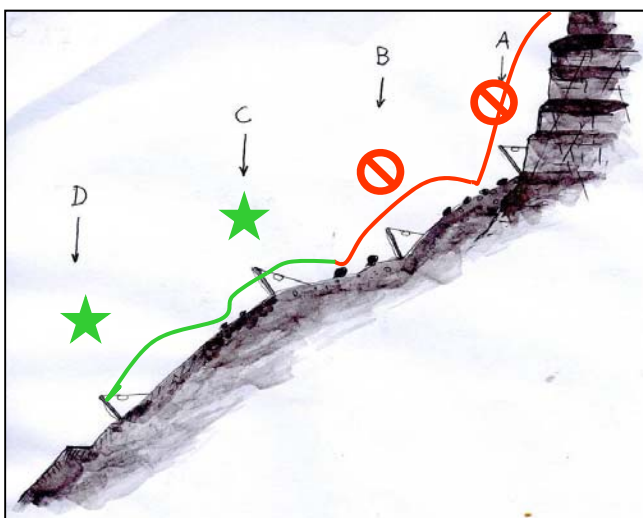
Le variabili che definiscono le azioni agenti di progetto (volume del blocco di progetto, cinematismo di caduta lungo il pendio, ecc.) sono spesso affette da un'elevata incertezza

IL PROGETTO E' QUINDI BASATO SU UN APPROCCIO STATISTICO

UNI 11211-4:2012 «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)

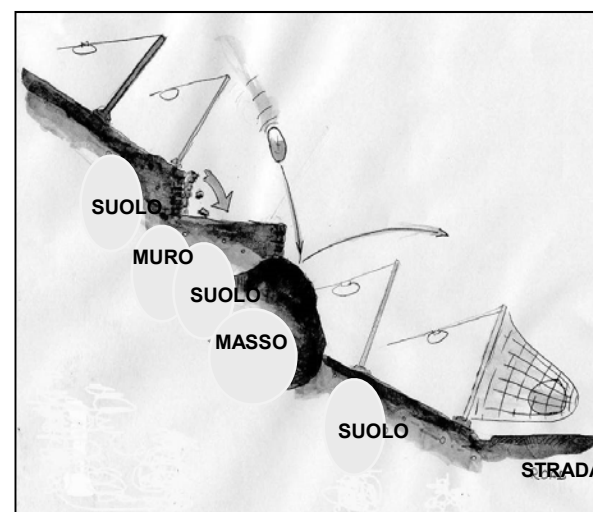


Posizionamento delle barriere paramassi



Dovrebbe essere scelta la morfologia più favorevole:

Le barriere sono meno efficaci quando realizzate in fossati oppure alla base di pendii rocciosi verticali



La distanza tra la barriera e l'infrastruttura da proteggere va verificata in funzione della deformata massima MEL



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

UNI 11211-4: Gennaio 2012
Opere di difesa dalla caduta massi
Parte 4: Progetto definitivo ed
esecutivo



Ente Nazionale Italiano di Unificazione

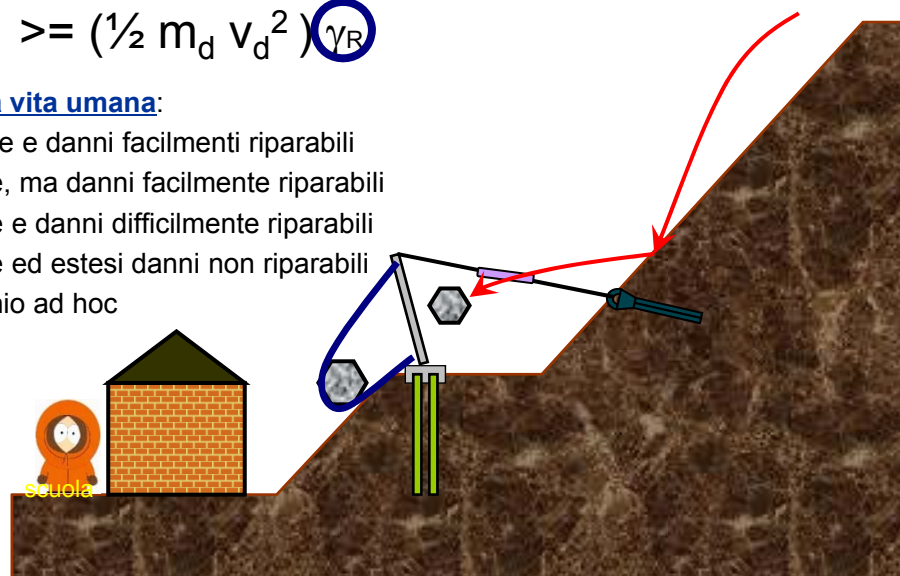
Energia di progetto (UNI 11211-4: 2012):

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:

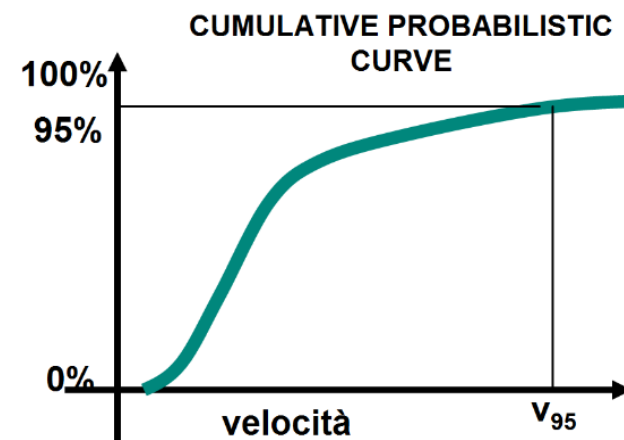
= 1.02 se il coeff. di restituzione è definito con back analysis

= 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):

$$m_d = (Vol_b \cdot \gamma) \cdot \gamma_M = (Vol_b \cdot \gamma) (\gamma_\gamma \gamma_{VolF1})$$

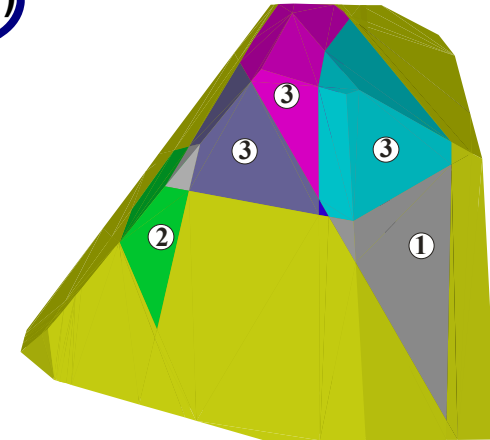
γ_γ = fattore di sicurezza legato alla valutazione della massa per

unità di volume della roccia = 1.00 (generalmente)

γ_{VolF1} = 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:

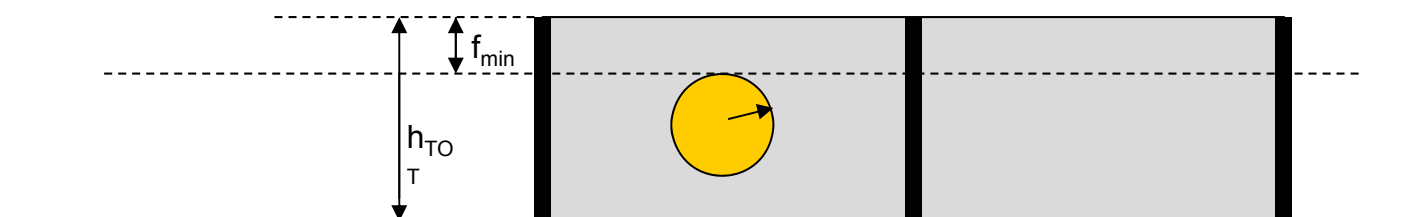
= 1.00 nel caso di approccio al SEL

= 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

$$h_{TOT} \geq h_d + f_{min} \quad \text{dove:} \quad h_d \geq h_{95} + R_b \gamma_b$$

h_{TOT} altezza nominale della barriera in accordo con ETAG 027

h_d altezza di progetto delle traiettorie

f_{min} franco di sicurezza, zona che non deve essere impattata (min. 50 cm)

h_{95} altezza derivante dalle simulazioni di caduta massi al 95° percentile

R_b raggio medio del blocco

γ_b coefficiente di sicurezza sul raggio del blocco, generalmente 1.5

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:

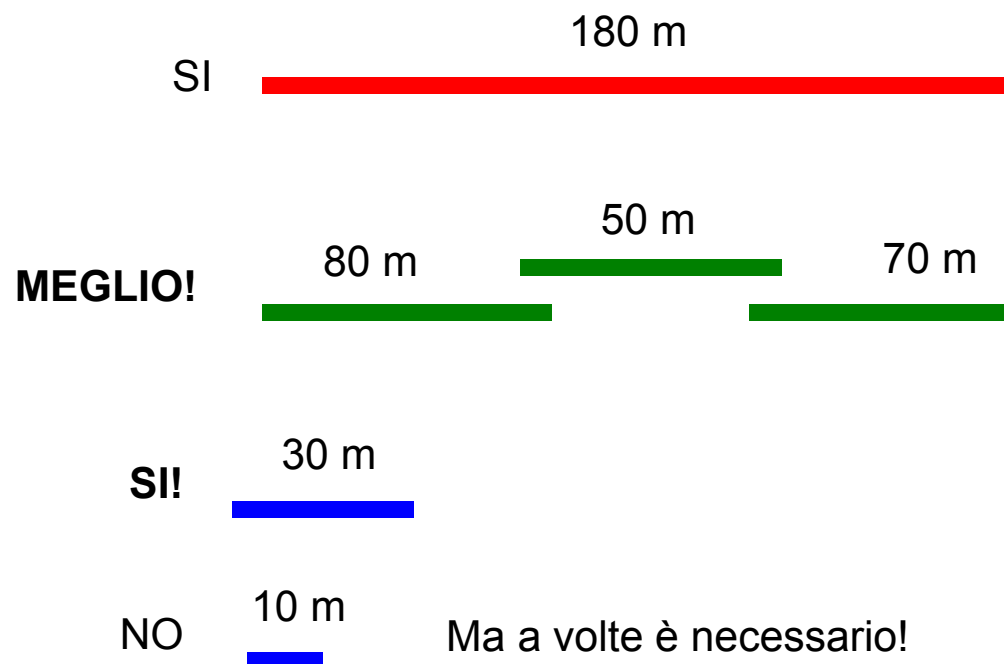
= 1.30 se è stato utilizzato l'approccio al MEL

= 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



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



Le fondazioni delle barriere devono essere progettate considerando le forze misurate durante il test MEL, anche se la barriera è stata progettata allo Stato Limite di Servizio (SEL)



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



C.I.T. ancoraggi in doppia fune spiroidale


Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

PROCEDURA PER IL RILASCIO, DA PARTE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE, DEL CERTIFICATO DI IDONEITÀ TECNICA ALL'IMPIEGO, DI CUI PUNTO 11.1, LETTERA C), DELLE NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI, EMANATE CON DM 14/01/2008, RELATIVAMENTE AGLI ANCORAGGI IN FUNE IMPIEGATI PER LE FONDAZIONI DI OPERE DI DIFESA DI VERSANTI

1) PREMESSA

Le indicazioni di seguito riportate riguardano la procedura per il rilascio, da parte del Servizio tecnico centrale (nel seguito Servizio), del certificato di idoneità tecnica all'impiego, di cui punto 11.1, lettera C), delle nuove Norme tecniche per le costruzioni, approvate con DM 14/01/2008, relativamente agli ancoraggi in fune impiegati per le fondazioni di opere di difesa di versanti.

La certificazione è unicamente riferita al prodotto e non riguarda quindi l'inserimento del prodotto nel progetto dell'intervento in cui viene utilizzato, la successiva posa in opera del prodotto stesso ed il collaudo finale (penalità necessaria), di cui rimangono esclusivi responsabili, per quanto di competenza, il progettista, il direttore dei lavori, l'appaltatore e il collaudatore.

2) RIFERIMENTI NORMATIVI

- "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", approvate con DM 14.1.2008 (di seguito NTC2008).
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, recante "Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni".
- Linee guida del Servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.
- Linee Guida ETAG 027 "Guideline for European Technical Approval of Falling Rock Protection Kits", emanate dall'Organizzazione europea di Benessere tecnico (EOTA), per quanto applicabile alla fattispecie in oggetto.

Ciascun componente del prodotto deve essere conforme a Norme europee armonizzate, ove esistenti, o a norme tecniche di comprovata affidabilità, che devono essere indicate nella relativa scheda di prodotto. A titolo esemplificativo e non esaustivo:

- Filo di acciaio e relativi prodotti - Filo di acciaio per funi: costituiscono riferimento le norme della serie UNI EN 10264;
- Funi: costituiscono riferimento le norme della serie UNI EN 12385;
- Radure e ancoraggi: costituiscono riferimento le norme della serie UNI EN 13411;

**CERTIFICATO
DI IDONEITÀ TECNICA ALL'IMPIEGO**
ai sensi del punto 11.1 lett. C) del D.M. 14.1.2008

n. 01 / 2014 - CIT (Versione del 27/06/2016)

Denominazione commerciale del Prodotto	Ancoraggi in doppia fune spiroidale modello ICAF 44
Oggetto della certificazione e campo di impiego	Materiali e componenti costituenti gli ancoraggi in doppia fune spiroidale modello ICAF 44, con diametro delle funi $\geq 14\text{mm}$, $\geq 16\text{mm}$, $\geq 18\text{mm}$, $\geq 20\text{mm}$, $\geq 22\text{mm}$, $\geq 24\text{mm}$.
Titolare del Certificato	ICAM Soc. Consortile a r.l.
Stabilimenti di produzione	Via Fenadora, 14 - 32030 Fontano (Belluno) Via Galileo Galilei, 39 - 38015 Lavis (TN)
Data del rilascio	28/04/2014
Data di Aggiornamento	27/06/2016
Validità del Certificato	27/04/2019

Il presente certificato aggiorna e sostituisce il precedente con lo stesso numero e validità del 27/06/2016 al 27/04/2019.

Il presente Certificato di idoneità è composto di n. 24 pagine, compresi n. 12 allegati.

Il presente Certificato è stato emesso in duplice originale: uno rilasciato al Produttore, l'altro custodito presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori pubblici.

Via Mandorosso 1 - 00144 Roma
Tel. 06.4812.6101 Fax 06.4812.7181
www.cisl.it

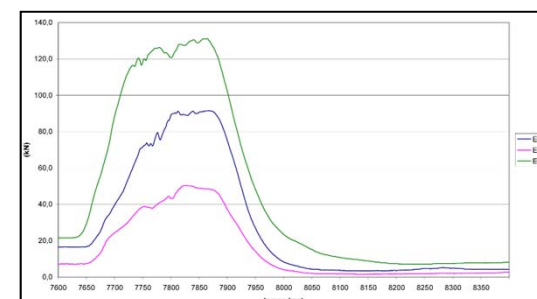
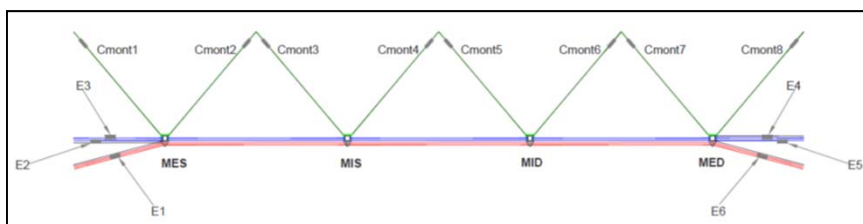
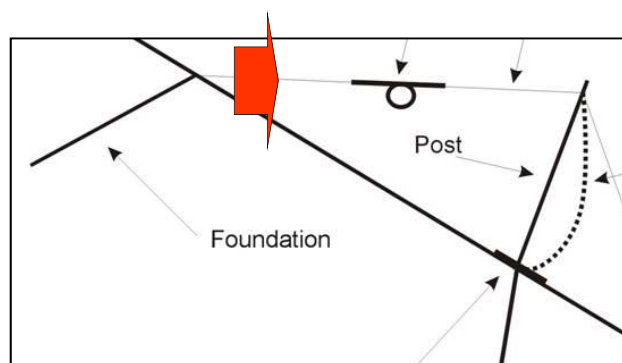


4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



Le forze agenti sulle funi principali del kit sono misurate durante l'impatto per mezzo di celle di carico installate direttamente sulle fondazioni e/o sulle stesse funi principali



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



LIVELLO ENERGETICO		2000 kJ
Modello		RMC 200/A
Fondazioni		
Carichi di progetto (risultanti dalle forze registrate dalle celle di carico durante il test MEL)		
Carico di trazione sugli ancoraggi laterali - (valore max)		237.20 kN
Carico di trazione sugli ancoraggi di monte- (valore max)		150.05 kN
Carico di compressione alla base dei montanti - (valore max)		195.95 kN
Carico di taglio alla base dei montanti - (valore max)		166.85 kN

Installazione

Tracciamento



Getto del plinto di livellamento



Installazione

Perforazioni



Installazione

Alloggio ancoraggi in doppia fune spiroidale e iniezioni di malta cementizia



Alloggio barre di fondazione del montante e iniezioni di malta cementizia



Fissaggio della piastra di base



Installazione

Preparazione dei vari componenti della parte in elevazione della barriera
per la loro movimentazione

Dissipatori di energia



Rete principale (ad anelli)



Rete secondaria
(a doppia torsione)



Montanti con
controventi inseriti
negli appositi alloggi



Installazione

Movimentazione dei montanti



Connessione del montante con la piastra di base



Installazione

Connessione dei controventi di monte con gli ancoraggi di monte



Connessione dei controventi laterali con gli ancoraggi laterali



Installazione

Installazione delle funi longitudinali superiori e inferiori



Installazione della rete principale e della rete secondaria



Manutenzione straordinaria



Particolare degli elementi dissipatori



Barriera da 5000 kJ impattata da un masso di circa 1,5 m³

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



La Barriera a seguito di manutenzione

La particolare struttura della barriera paramassi ha consentito un intervento di manutenzione rapido ed economico:

- solo n. 4 dissipatori e n. 2 controventi sostituiti

4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



Barriera da 5000 kJ interessata da impatti multipli di blocchi con un volume totale stimato in 50 – 70 m³



4. Barriere paramassi

MACCAFERRI



5. Barriere per colate detritiche e frane superficiali

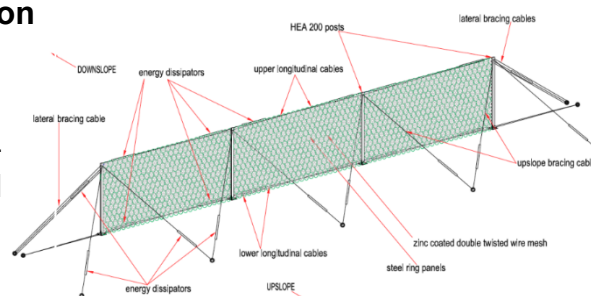
MACCAFERRI



Barriere
DF

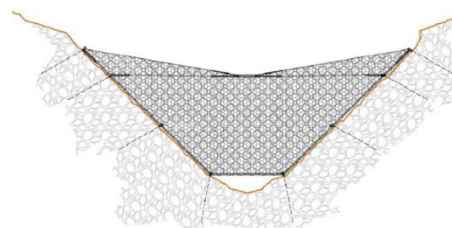
Barriere su pendii non confinati

Con montanti e controventi di monte-aderenti agli standard delle barriere paramassi

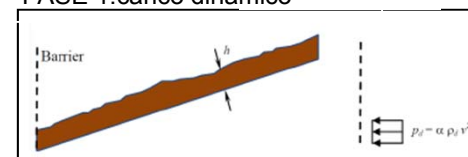


Barriere in canale

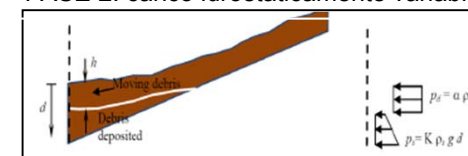
Eventualmente anche senza montanti e controventi di monte.



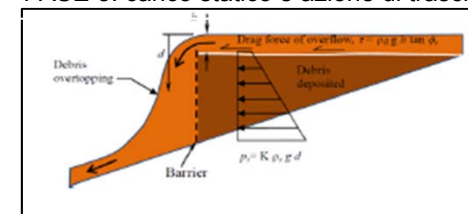
FASE 1: carico dinamico



FASE 2: carico idrostaticamente variabile



FASE 3: carico statico e azione di trascinamento



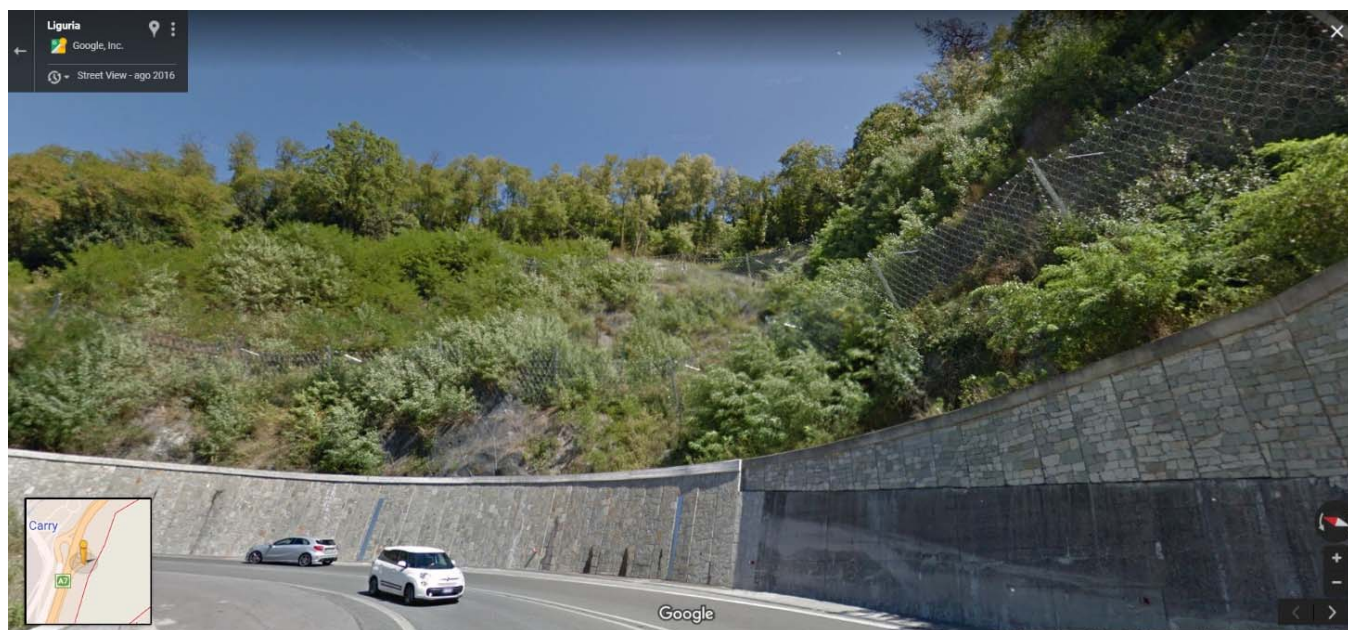
5. Barriere per colate detritiche e frane superficiali

MACCAFERRI



Austostrada Serravalle A7
Bolzaneto, Genova

RMC 300/A



5. Barriere per colate detritiche e frane superficiali

MACCAFERRI



Val Savaranche – Aosta (2008)



5. Barriere per colate detritiche e frane superficiali

MACCAFERRI



S.S. 113 Settentrionale Sicula Brolo (ME)

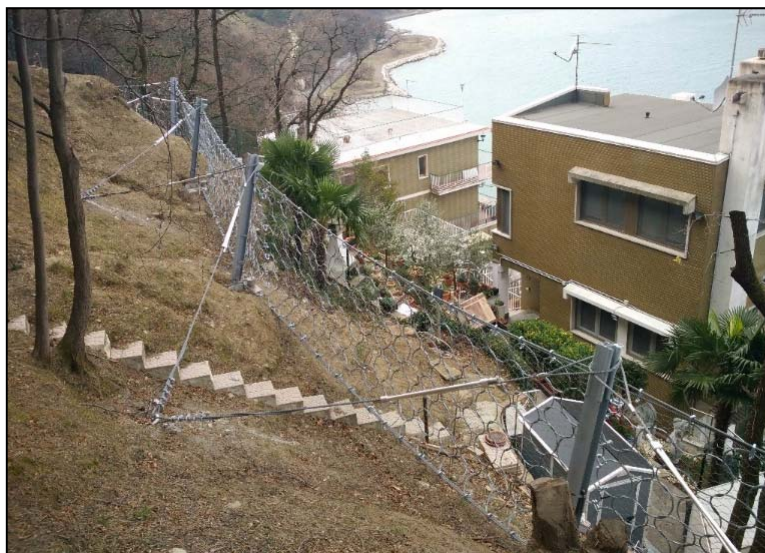


5. Barriere per colate detritiche e frane superficiali

MACCAFERRI



Muggia (TS) - 2016



5. Barriere per colate detritiche e frane superficiali

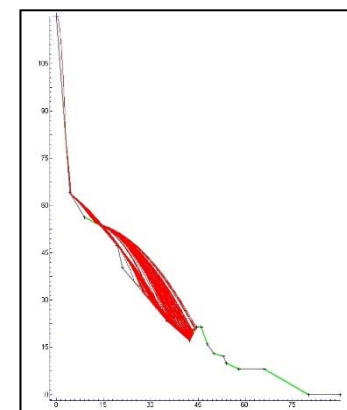
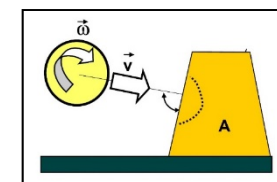
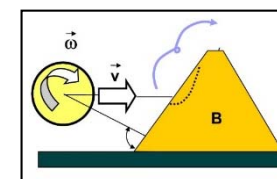
MACCAFERRI



6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

Caratteristiche	Rilevati in terra rinforzata	Barriere paramassi
Capacità di assorbimento energia	Maggiore di 8600 kJ	Fino a 8600 kJ nel mercato corrente
Resistenza ad impatti multipli	Sì	Variabile in funzione del tipo di barriera
Deformazione verso valle a seguito dell' impatto	Trascurabile	Non trascurabile
Abilità ad intercettare blocchi ad alta velocità di impatto	Possono resistere a velocità di impatto fino a 50 m/s	Testate fino a 25 – 30 m/s
Manutenzioni richieste per impatti a bassa energia	Da trascurabili a nulle	Variabili in funzione dell'impatto, del tipo di barriera e del produttore della barriera
Topografia del pendio richiesta per l'installazione	Adatti per pendii con gradiente da medio a basso	Possono essere installate su qualsiasi tipo di pendio
Costo dell'installazione della struttura	Costo conveniente per energie maggiori di circa 3000 kJ	Costo conveniente per energie non superiori a 3000 kJ
Compatibilità ambientale	Potenziabile compatibilità ed inserimento nel paesaggio mediante rinverdimento del rivestimento del rilevato	La struttura risulta circa trasparente osservandola da distante

MACCAFERRI



 Gruppo Industriale Maccaferri

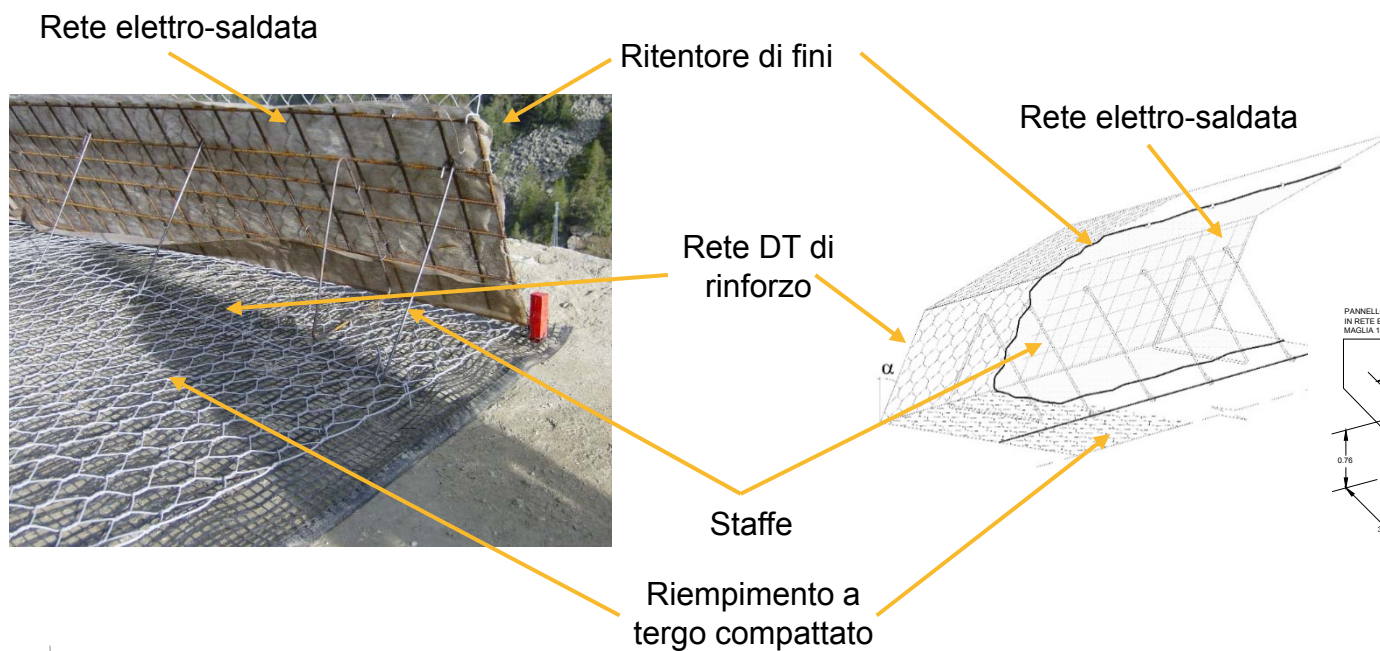
6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI

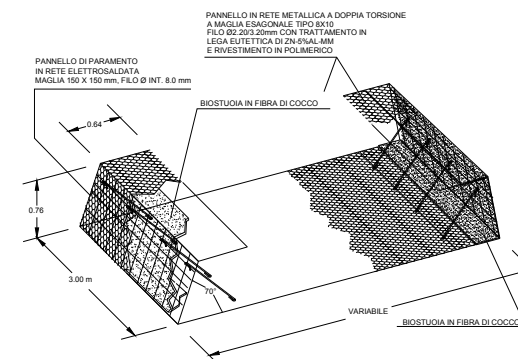


LA TERRA RINFORZATA MACCAFERRI: IL TERRAMESH VERDE

Il terreno rinforzato del tipo Terramesh Verde è realizzato mediante rinforzi in rete DT (ed eventuali geogriglie)



Elemento bi-facciale



Gruppo Industriale Maccaferri

6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI



5 Giugno 2007

Crollo di massi di grandi dimensioni lungo la
S.R. 47 di Cogne (Valle D'Aosta)

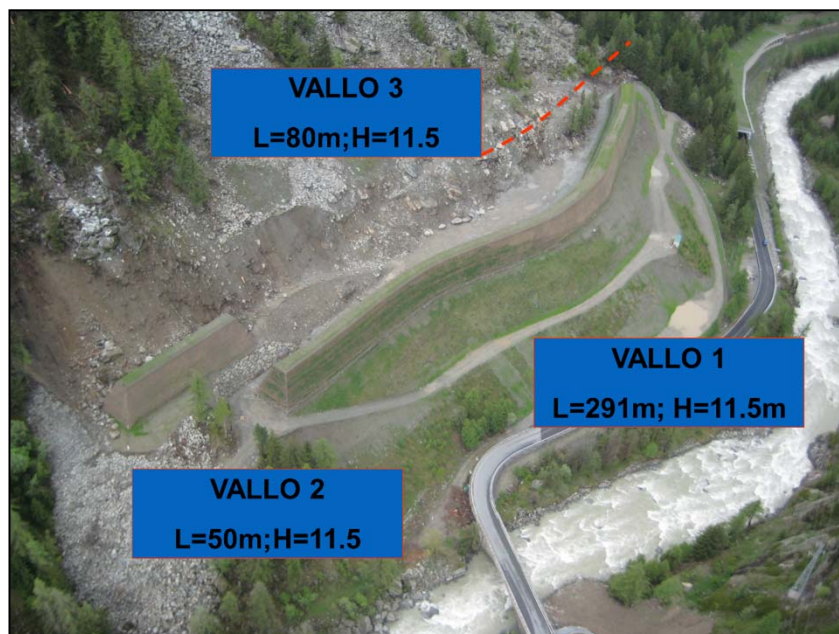
Volume dei blocchi più grandi pari a circa 30 m³

6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI



Costruzione in somma urgenza di n. 3 rilevati paramassi



6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI

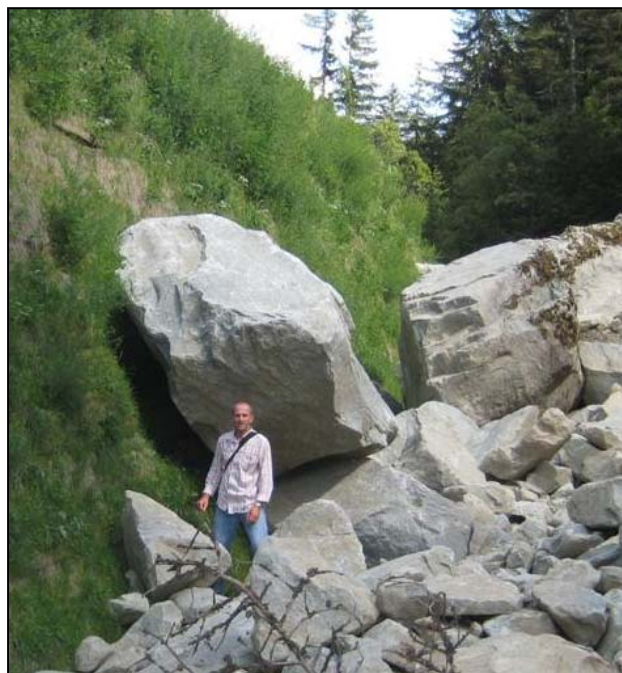


Nuova frana di Luglio 2008



6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI



Caratteristiche del blocco

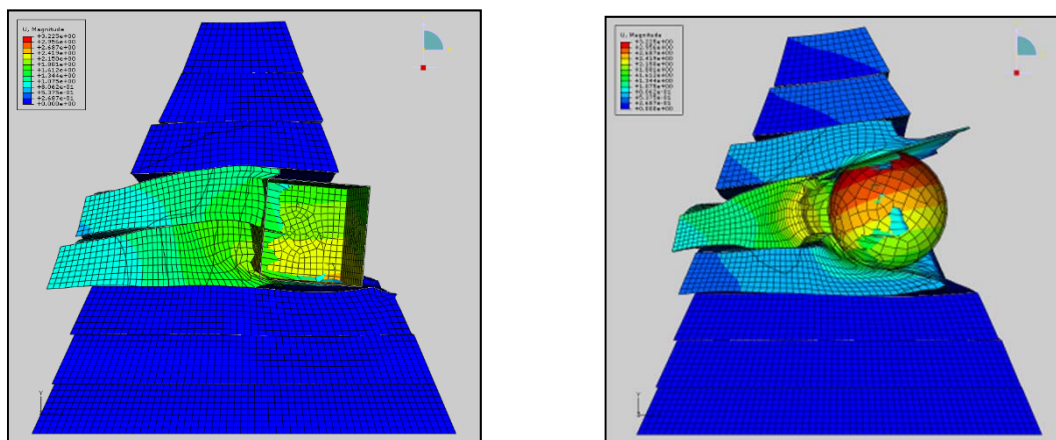
Volume = 6 m³

Peso = 15,000 kg

Velocità stimata = 20 m/s

Max penetrazione = 0,60- 0,70 m

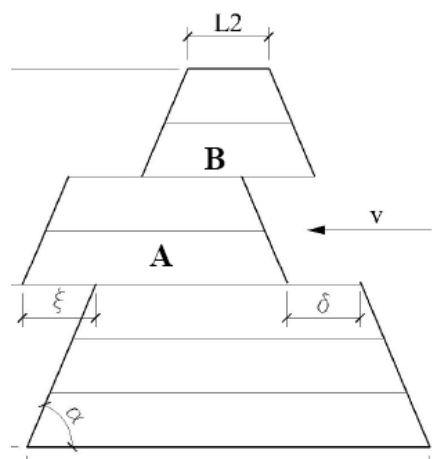
Analisi agli elementi finiti (FEM) in condizioni dinamiche in collaborazione con il Politecnico di Torino, per l'ottimizzazione del processo progettuale dei rilevati



Le analisi FEM sono state validate effettuando una back analysis sull'impatto del blocco da 6 m³ sul rilevato paramassi di Cogne

Progettazione: Analisi di resistenza all'impatto

La massima energia di impatto che il rilevato può contenere ($E_{\text{embankment}}$) senza crollare può essere definita, considerando lo scorrimento verso valle del layer impattato (ξ) e della penetrazione del blocco nel vallo (δ_p).



ξ = scorrimento verso valle del layer impattato

δ_p = penetrazione del blocco nel vallo

$$\delta = \delta_p + \xi$$

La stabilità si ha se: il blocco A e il blocco B rimangono in equilibrio

La valutazione dei 2 parametri può essere elaborata con metodi analitici o numerici.

6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

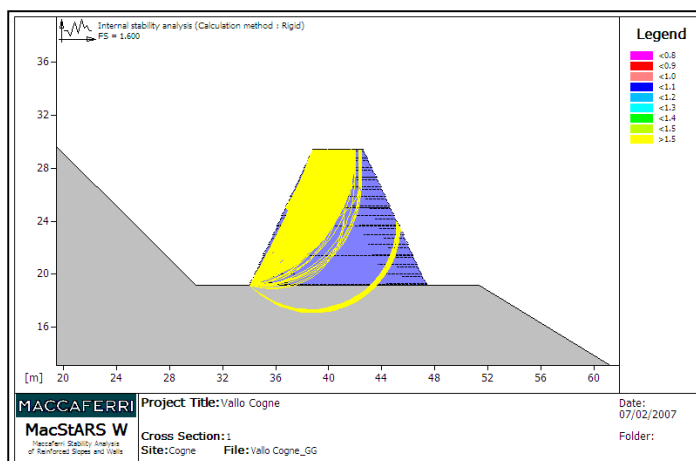
MACCAFERRI



Progettazione: Analisi di stabilità

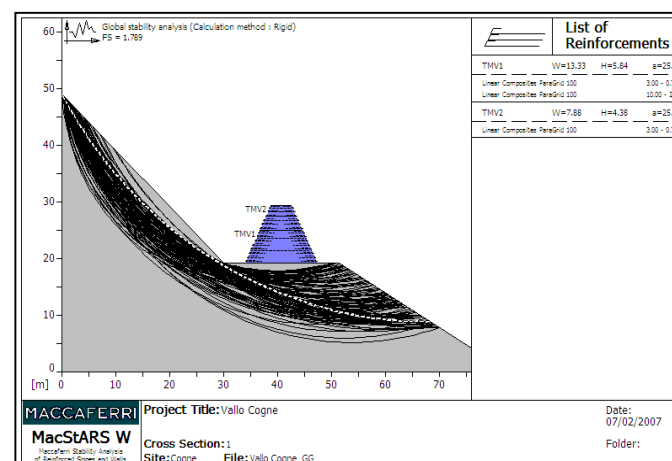
Software Mac.Sta.R.S. W → Metodo all'equilibrio limite

Analisi di stabilità interna



Analisi delle possibili superfici di scorrimento che interessano la sola opera di sostegno

Analisi di stabilità globale



Analisi delle sulle possibili superfici di scorrimento che interessano l'opera nel suo complesso

6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI



Uno dei rilevati paramassi di Cogne dal 2007 al 2011 è stato impattato da piccole valanghe, colate detritiche e da massi



6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI

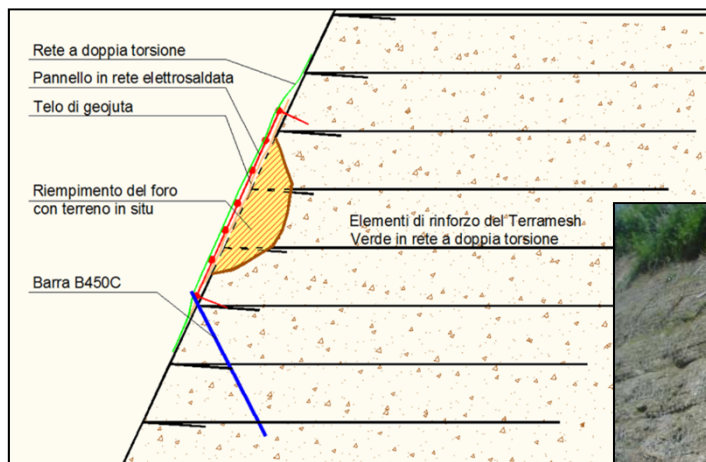


Manutenzione (2011)



6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI



Manutenzione (2011)



6. Rilevati paramassi in terra rinforzata

MACCAFERRI



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

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

MACCAFERRI