HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

OPERE DI CONSOLIDAMENTO VERSANTI CON GEOSINTETICI

Generalità, Cenni teorici,
Progettazione delle terre rinforzate, Casi di studio

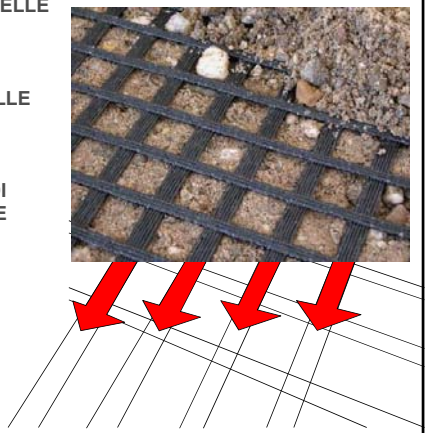
Ing. Alberto Simini
HUESKER Italia, Trieste

Trento
26 Marzo 2018

INDICE

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

1) GEOSINTETICI DI RINFORZO NELLE OPERE CIVILI
2) PRINCIPIO DEL RINFORZO DELLE TERRE CON GEOSINTETICI
3) CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO A LUNGO TERMINE
4) ESEMPIO DI CALCOLO DI UNA TERRA RINFORZATA
5) CASI DI STUDIO



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- **TERRE RINFORZATE**

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

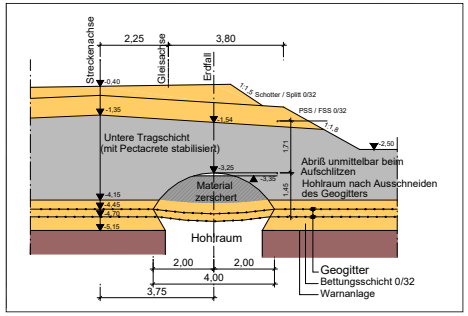
- **RINFORZO DI BASE**

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

• RINFORZO SU PALI

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

• RINFORZO SU CAVITÀ



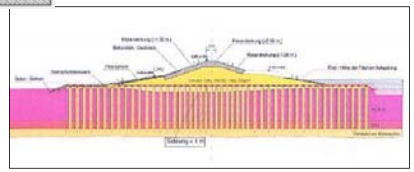
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

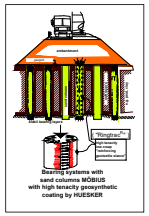
• RINFORZO DEI SOTTOFONDI STRADALI

• RINFORZO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

• PALI INCAPSULATI CON GEOTESSILI TUBOLARI





HUESKER

I **GEOSINTETICI DI RINFORZO**

SONO VERE E PROPRIE ARMATURE CHE SVOLGONO

FUNZIONE STRUTTURALE,

DI CONSEGUENZA

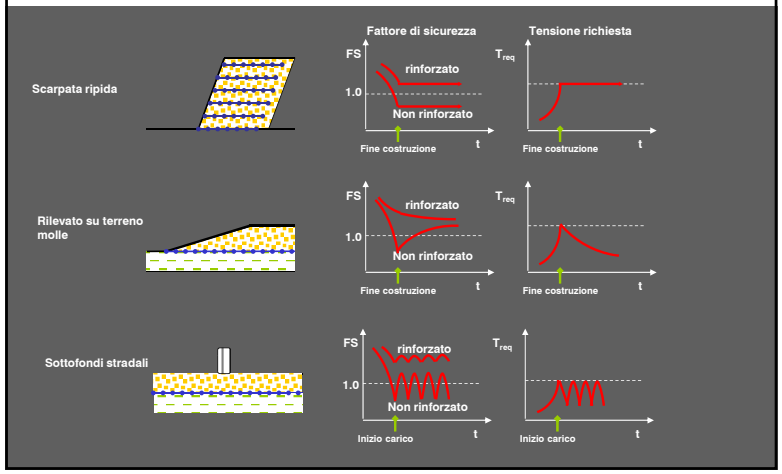
LA SICUREZZA DELLE OPERE

È DIRETTAMENTE LEGATA ALLE

PRESTAZIONI DEGLI STESSI.

HUESKER

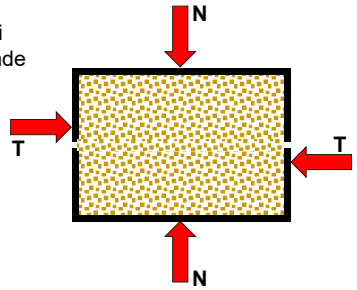
IL RINFORZO CON GEOSINTETICI



HUESKER

PRINCIPIO DEL RINFORZO DEI TERRENI CON GEOSINTETICI

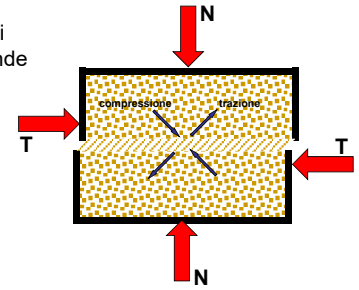
Scatola di Casagrande



HUESKER

PRINCIPIO DEL RINFORZO DEI TERRENI CON GEOSINTETICI

Scatola di Casagrande



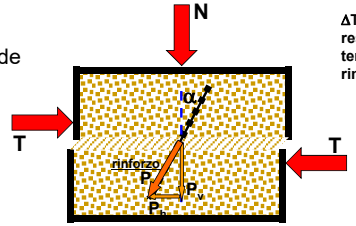
$$T = N \cdot \tan \phi'$$

HUESKER

PRINCIPIO DEL RINFORZO DEI TERRENI CON GEOSINTETICI

$$T + \Delta T = N \cdot \tan\phi' + P \cdot (sen\alpha + \cos\alpha \cdot \tan\phi')$$

Scatola di Casagrande



ΔT:Incremento della resistenza al taglio del terreno per effetto del rinforzo

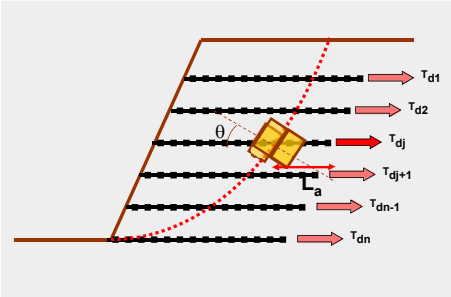
Un geosintetico di rinforzo aumenta la resistenza al taglio del terreno lungo la superficie di rottura grazie a due effetti benefici:

1) Oppone resistenza alla sollecitazione di taglio agente

2) Aumenta la resistenza al taglio poiché incrementa la tensione normale sulla superficie di scorrimento

HUESKER

TENSIONE DI PROGETTO A LUNGO TERMINE (LTDS)



Tensione di Progetto T_d:

è la tensione minima che il geosintetico di rinforzo dovrà garantire alla fine della vita utile di progetto prevista dell'opera.

HUESKER

FORMULE PER IL CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO A LUNGO TERMINE (LTDS)

BS 8006 (UK)

$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{k\,ult.}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

EBGEO (DE)

$$F_d = \frac{F_k}{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot \gamma_B}$$

Pr NF G 38064 (FR)

$$T_{adm} = \frac{T_{ik}}{\gamma_{geo} \cdot \Gamma_{flu} \cdot \Gamma_{viel} \cdot \Gamma_{instal}}$$

FHWA / GRI (USA)

$$T_{al} = \frac{T_{ult}}{RF_{CR} \cdot RF_{ID} \cdot RF_D \cdot RF_{JT} \cdot FS}$$

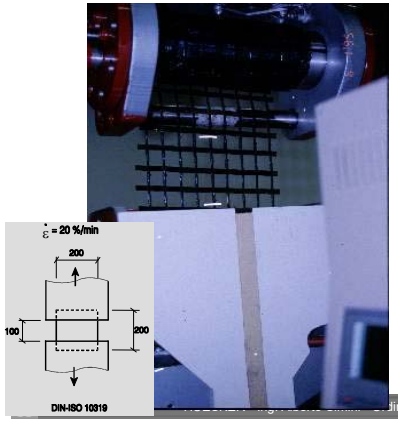
Fattori di riduzione

Fattori di sicurezza

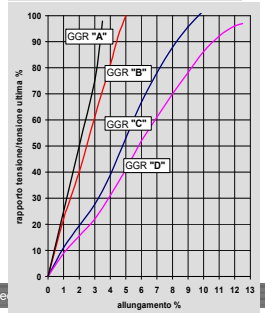
HUESKER

PROVA DI TRAZIONE SUI GEOSINTETICI (ISO 10.319)

DIAGRAMA TENSIONE-DEFORMAZIONE A BREVE TERMINE

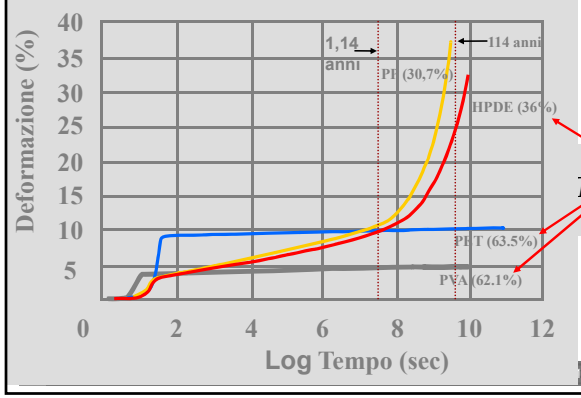


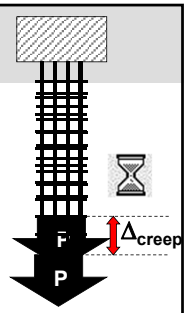
$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{k\,ult}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$



Deformazione per creep dei geosintetici di rinforzo

(GRI GS10)





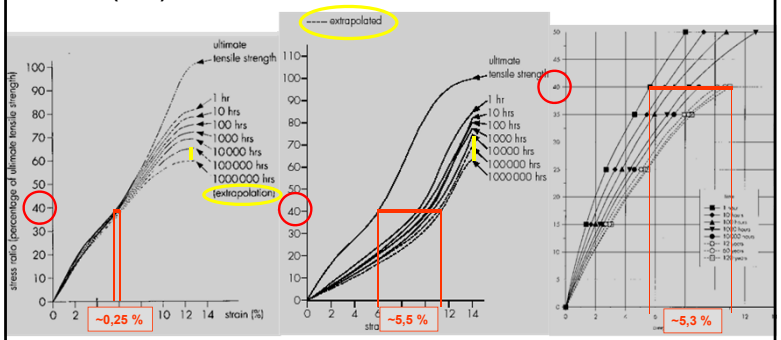
$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{k\,ult}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

Fonte:
Lothspeich –Thornton
Eurogeo 2000

HUESKER

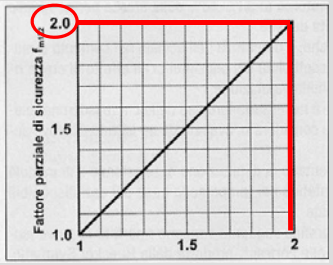
CURVE ISOCRONE: tensione versus deformazione nel tempo

Geogriglia A (PET) | **Geogriglia B (PET)** | **Geogriglia C (HDPE)**



(Fonte: certificati RBA e ITC)

BS 8006: FATTORE DI RIDUZIONE PER VARIABILITÀ DELLA PRODUZIONE ED ESTRAPOLAZIONE



Cicli logaritmici di estrapolazione

$$f_{m122} = \log_{10}(t_d / t_t)$$

t_d = vita utile di progetto del geosintetico

t_t = durata delle prove di creep

$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{k\,ult}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

Esempio:

Durata delle prove di creep: 10.000 ore (ca.1,14 anni)

Vita utile dell'opera: 1.000.000 ore (ca. 114 anni)

Cicli log: 2 → $f_{m122} = 2$

($f_m = f_{m11} \times f_{m12}$; $f_{m12} = f_{m121} \times f_{m122}$)

f_{m11} = variabilità produzione (qualità)

f_{m12} = banca dati prove ed estrapolazione

FATTORE DI DANNEGGIAMENTO MECCANICO

Fattore di riduzione che si determina mediante prove di danneggiamento meccanico effettuate su ogni tipo di geogriglia (prodotto, polimero, resistenza) cambiando il materiale di riempimento (argille, sabbie, ciottoli, ghiaia frantumata, ecc.)

$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{k\,ult}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

Esempio: geogriglie di 80 kN/m	
Terreno	*Variazioni di f_d per tipo di geogriglia*
Argilla - sabbia	1,0 – 1,20
Ghiaia	1,05 – 1,45
Ghiaia frantumata	1,05 – > 1,50

E' consentito adottare il fattore di riduzione di una geogriglia di minore resistenza per una geogriglia di maggiore resistenza appartenente alla stessa famiglia

FATTORE RIDUZIONE PER ATTACCO CHIMICO

Fattore di riduzione che si determina mediante prove di danneggiamento chimico effettuate su <u>ogni materiale</u> (polimero) in funzione del pH

$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{k\,ult}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

pH del terreno	*Variazioni di f_e per tipo di geogriglia*	Materia prima geogriglia
2-4	1,0 – 1,05 1,15 – 1,20	HDPE - PVA PET
4 - 9	1,0 1,0 –1,05	HDPE - PVA PET
9 -10	1,0 1,10 – 1,20	HDPE - PVA PET
10 - 12	1,0	HDPE - PVA
12 - 13	1,0 –1,20	HDPE - PVA

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

CONSIDERAZIONI:

- Da un punto di vista prestazionale, in un geosintetico di rinforzo è determinante la **TENSIONE DI PROGETTO A LUNGO TERMINE** e **NON** la **RESISTENZA A BREVE TERMINE**.

$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{k\,ult.}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

- L'AFFIDABILITA' DEI **FATTORI DI RIDUZIONE** da applicare nel calcolo della tensione ammissibile può essere verificata solo attraverso **PROVE NORMALIZZATE** e **CERTIFICATI RILASCIATI DA ISTITUTI ACCREDITATI**.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER PROGETTARE CON GEOSINTETICI

1) EURO CODICE 7 → ANESSI

↓

NORMATIVE NAZIONALI

Le Normative più avanzate in questo settore a livello Europeo sono:

- **BS 8006 (inglese)**
- **EBGEO (tedesca)**

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

IN ITALIA:

Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) - (D.M. 14 gennaio 2008)

La verifica della sicurezza agli stati limiti ultimi si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali"

$\boxed{Rd \geq Ed}$

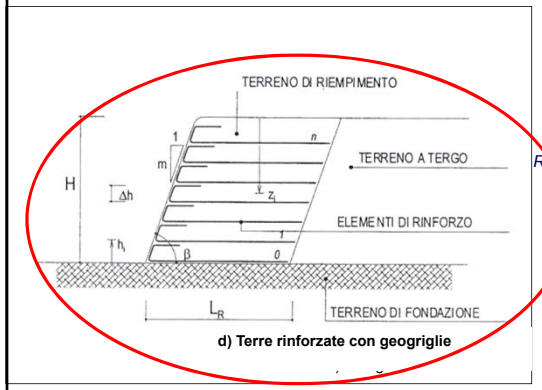
Rd: resistenza di progetto
Ed: effetto delle azioni

coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (γ_F o γ_E)
coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (γ_M)

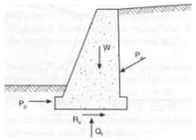
HUESKER

TIPI DI MURI DI SOSTEGNO

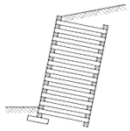
Muri a gravità



d) Terre rinforzate con geogriglie



Resistono per il peso proprio



c) Crib wall

HUESKER

PROGETTO DI UNA TERRA RINFORZATA

1) VERIFICA DI STABILITA':

- **INTERNA e calcolo della TENSIONE AMMISSIBILE della geogriglia**
- **COMPOSTA**
- **ESTERNA (scivolamento, ribaltamento, portanza)**
- **GLOBALE**
- **LOCALE (connessione/taglio)**

2) OPERE A VERDE (Per le terre rinforzate)

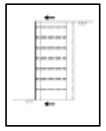
- **stuoie antierosione**
- **inserimento piante arbustive autoctone**
- **idrosemina**

3) OPERE DI DRENAGGIO

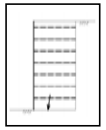
HUESKER

Progettazione / Analisi di Stabilità

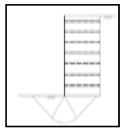
- Scivolamento



- Ribaltamento (eccentricità ammissibile)



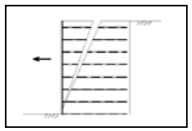
- Capacità portante



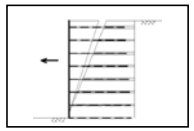
HUESKER

Progettazione / Analisi di Stabilità

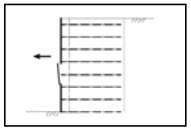
- Rottura del rinforzo



- Sfilamento del rinforzo



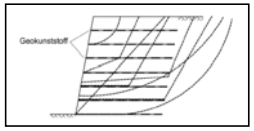
- Collasso della connessione con il paramento



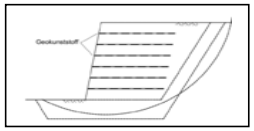
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Progettazione / Analisi di Stabilità

- Stabilità interna e composta



- Stabilità esterna



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Esempio di calcolo di una terra rinforzata con due diverse geogriglie in PET di tensione nominale di 80 kN/m

Altezza: 8,40 m

Pendenza: 65°

Spaziatura: 0,60 m

Sovraccarico: 20 kPa

Azione sismica: kh = 0,07 / g ; kv = ± 0,035 / g

Parametri geotecnici:

Terreno di rilevato: ϕ = 28°, c = 0 kPa, γ = 20 kN/m3

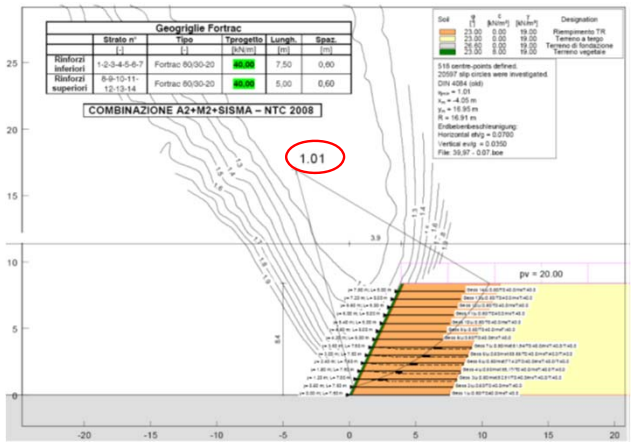
Terreno di fondazione ed a tergo: ϕ = 32°, c = 0 kPa, γ = 20 kN/m^3

Vita prevista per la struttura: 120 anni

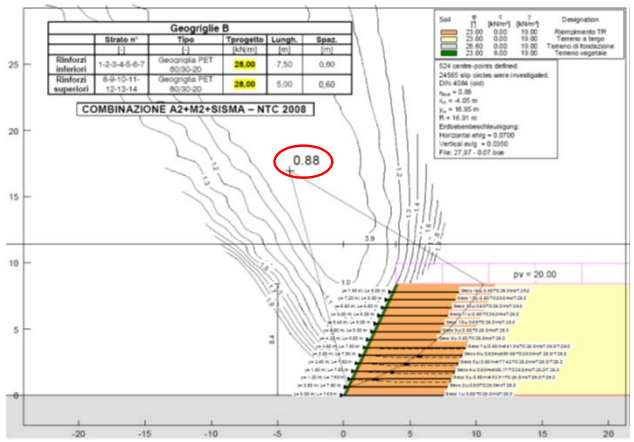
ESEMPIO DI CALCOLO

	Geogriglia tipo "A"	Geogriglia tipo "B"
Materia prima fibre	Poliestere	Poliestere
Processo di produzione	Tessitura	Tessitura
Certificato	BBA N° 01/R125	BBA N° 01/R130
Tensione di nominale di rottura (caratteristica) (T_{ult})	**80 kN/m**	**80 kN/m**
Fattore di riduzione per creep a 120 anni (f_{creep})	0,60	0,60
Fattore di riduzione per manifattura ed estrapolazione dati (f_m)	1,10	1,20
Fattore di riduzione per danneggiamento meccanico (f_d)	1,06	1,43
Fattore di riduzione per effetti ambientali (4 < p H< 9) (f_e)	1,03	1,00
Allungamento alla tensione nominale (caratteristica)	12,5 % (valore caratteristico con limite di confidenza min. del 95%)	12 ± 4 % (valore medio)
Tensione di progetto a 120 anni	**39,97 kN/m**	**27,97 kN/m**
Deformazione Totale (deform. istantanea + deform per creep) a 120 anni lavorando alla T_{des}	**8 % (al 50% Tult)**	**11 % (al 35 % Tult)**

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



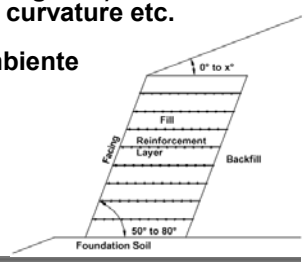
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

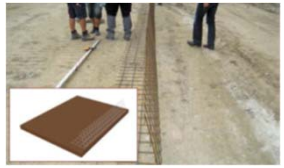
TERRE RINFORZATE:

- Strutture affidabili
- Comportamento duttile
- Struttura agibile mano a mano viene costruita
- Strutture versatili (adattabili alle esigenze): Geometria, pendenza, paramenti, curvature etc.
- Si inseriscono facilmente nell'ambiente circostante
- Facile realizzazione
- Veloci da costruire
- Economicamente vantaggiose

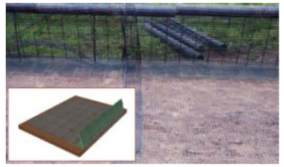


HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Fasi di realizzazione di una terra rinforzata con casseri a perdere



1. Posizionamento del cassero



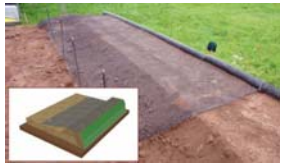
2. Posa delle geogriglie tagliate a misura e posa del sistema antierosione solo sul fronte (lato interno).

3. Posa dei tiranti distanziatori

4. Posa e compattazione di uno strato di terreno vegetale (in corrispondenza del fronte) e del terreno di riempimento del rilevato. Creazione dente ancoraggio

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

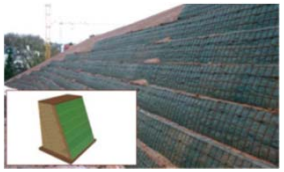
Fasi di realizzazione di una terra rinforzata con casseri a perdere



5. Risvolto superiore della geogriglia verso l'interno.

6. Riporto e compattazione del terreno di riempimento fino al livello previsto dello strato.

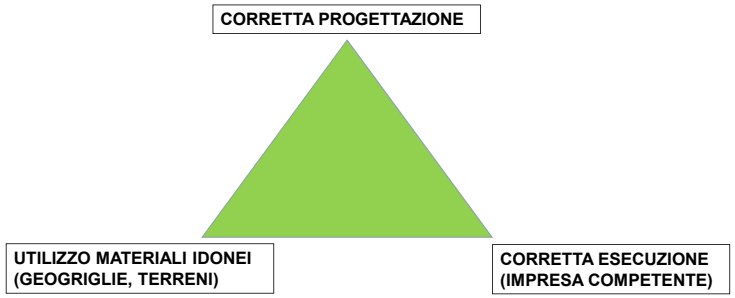
7. Realizzazione di uno strato successivo di terra rinforzata (ripetere passi da 1 a 6)



8. A fine realizzazione della struttura, idrosemina a spessore del paramento frontale.

HUESKER

IL SUCCESSO DI UN INTERVENTO IN TERRA RINFORZATA DIPENDE DA:



HUESKER

Sistemazione versanti mediante terre rinforzate

Nome progetto: Casate (Veneto)

Materiali: Geogriglie 35, 55, 80,110 kN/m antierosivo HaTe 23.142

Applicazione: ripristino pendio in frana e sostituzione muro di sostegno stradale con TR

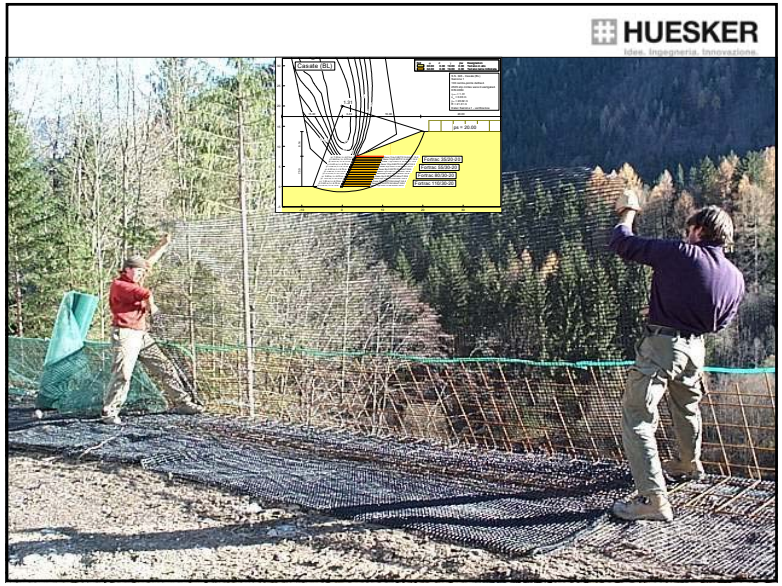
Punti principali:

- altezza della terra rinforzata 7,50 m
- drenaggio dell'area dell'intervento in frana
- velocità di esecuzione dell'opera

HUESKER

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.


HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER

Progetto: **Consolidamento della Rupe di Massa Martana - Perugia**

Materiali: Fortrac 35 MP 55 MP, 80 MP, 110 MP, 150 MP, 200 MP, 800 MP
HaTe 23.142, HaTe 50.002
NaBento RL-N
Erosamat

Durata lavori: 2006 - 2007

Quantità mat.: 69.000 m^2 FRT MP, 48.000 m^2 HaTe, 3.000 m^2 NaBento, 3.000 m^2 Erosamat

Applicazione: Terre rinforzate, Filtri per materassi drenanti, impermeabilizzazione e rivestimento fosso

HUESKER

Progetto: **Consolidamento della Rupe di Massa Martana - Perugia**

Caratteristiche principali del progetto:

- La finalità era la messa in sicurezza della rupe soggetta ad un continuo arretramento per erosione che metteva in pericolo le abitazioni circostanti e, nel contempo, recuperare un area di circa 150 m lineari intorno al paese.
- Parte del terreno di riempimento utilizzato proviene dalle macerie e calcinacci risultanti dagli ultimi eventi sismici. L'elevato valore di pH ha indotto alla scelta di griglie in PVA
- Utilizzando una geogriglia di 800 kN/m è stato possibile evitare la realizzazione di pali di grandi diametro al piede con vantaggi economici e tecnici (struttura flessibile)
- Altezza complessiva H = 35 m - Zona sismica: a_h=0,14

Descrizione del progetto

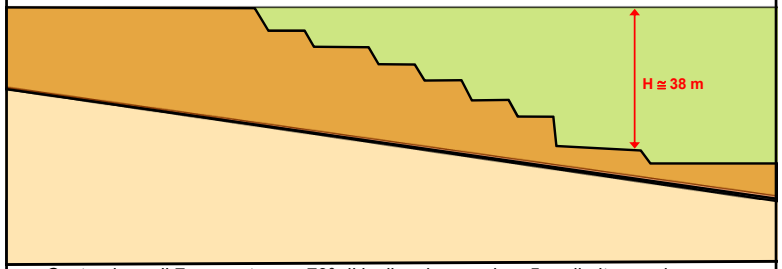
HUESKER

VISTA DE PLANTA

Descrizione del progetto

HUESKER

Problematiche generali del progetto

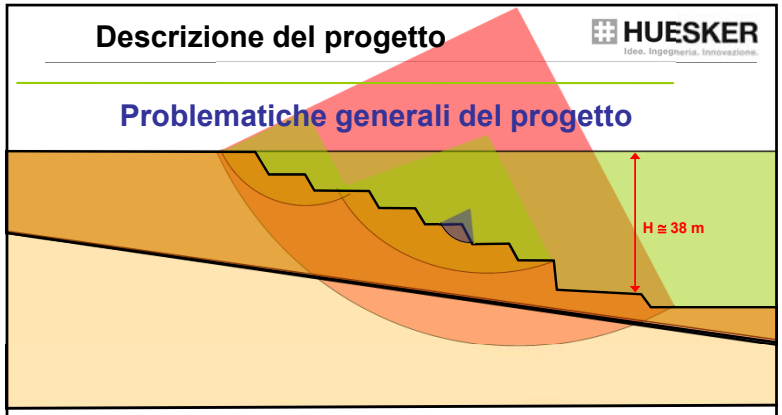


- Costruzione di 7 scarpate con 70° di inclinazione e circa 5 m di altezza ciascuno
- Riempimento con macerie provenienti dalla demolizione di edifici crollati durante il terremoto del 1997 e con inerti provenienti da cave vicine
- pH delle macerie > 10

Descrizione del progetto

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Problematiche generali del progetto

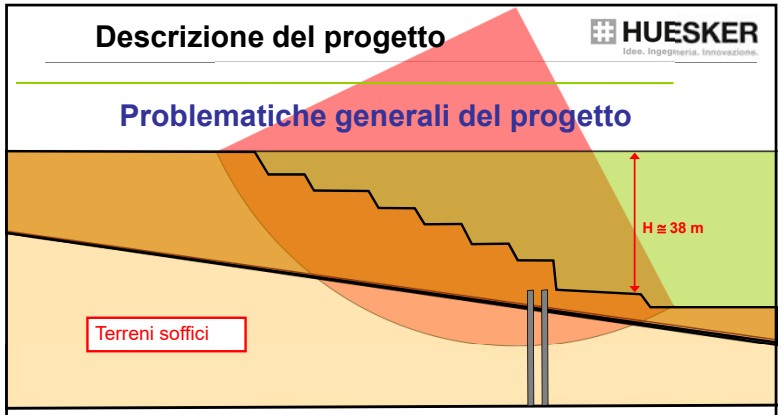


- Stabilità interna delle scarpate
- Stabilità composta delle scarpate
- Stabilità globale

Descrizione del progetto

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Problematiche generali del progetto

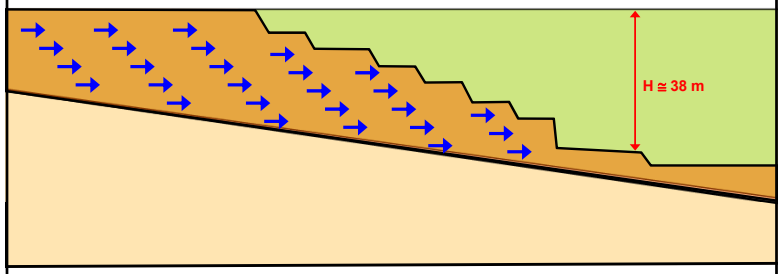


ZONA AD ALTA INTENSITA' SISMICA

Descrizione del progetto

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

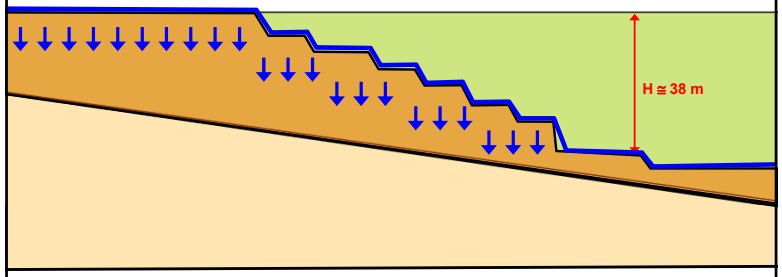
Problematiche generali del progetto



Descrizione del progetto

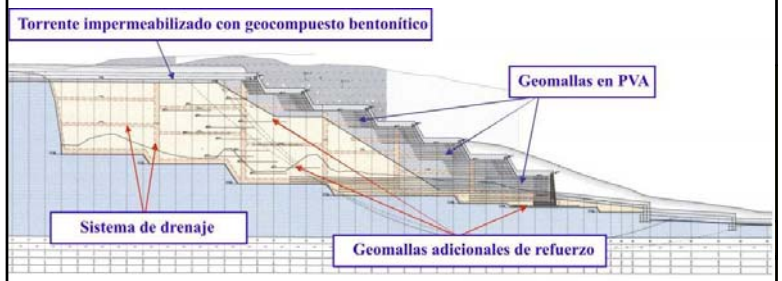
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Problematiche generali del progetto



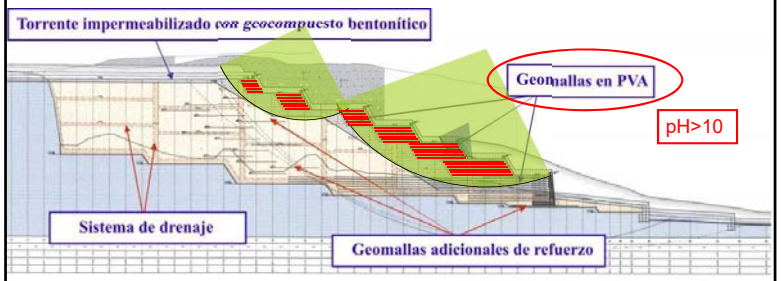
Descrizione del progetto

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



Descrizione del progetto

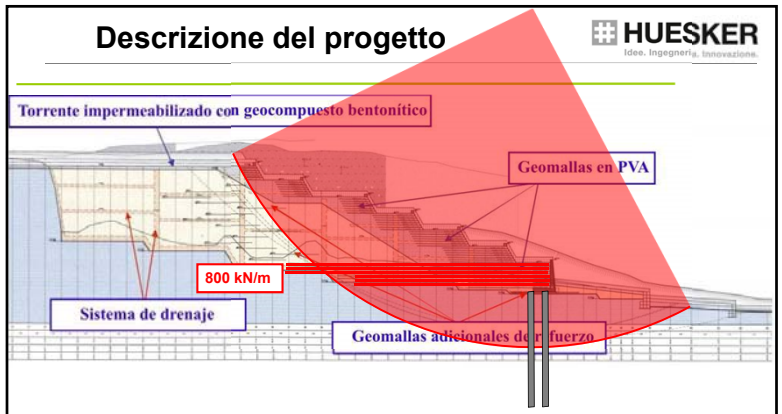
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



- Stabilità interna
- Stabilità composta

Descrizione del progetto

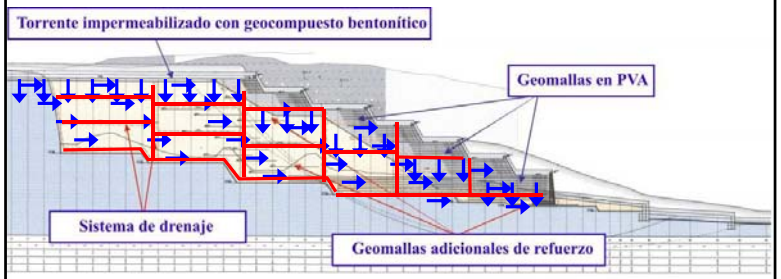
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



Stabilità globale del rilevato

Descrizione del progetto

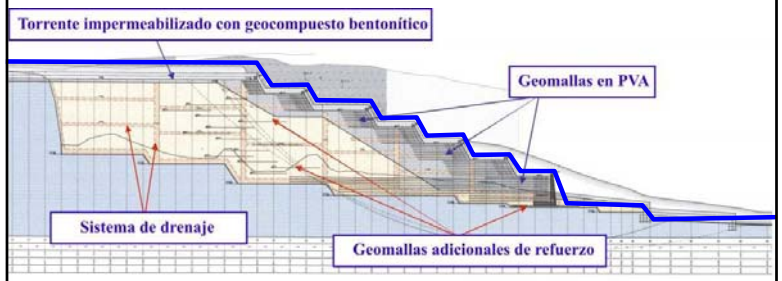
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



Infiltrazione d'acqua dalle pareti laterali, superficiale e dal fosso

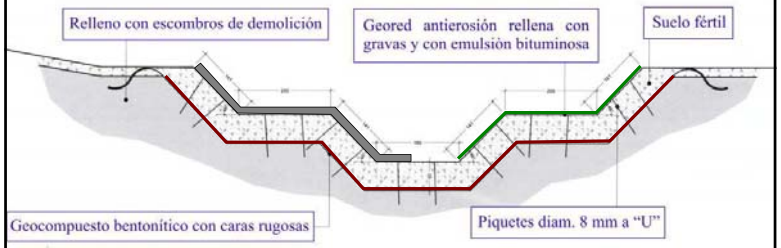
Descrizione del progetto

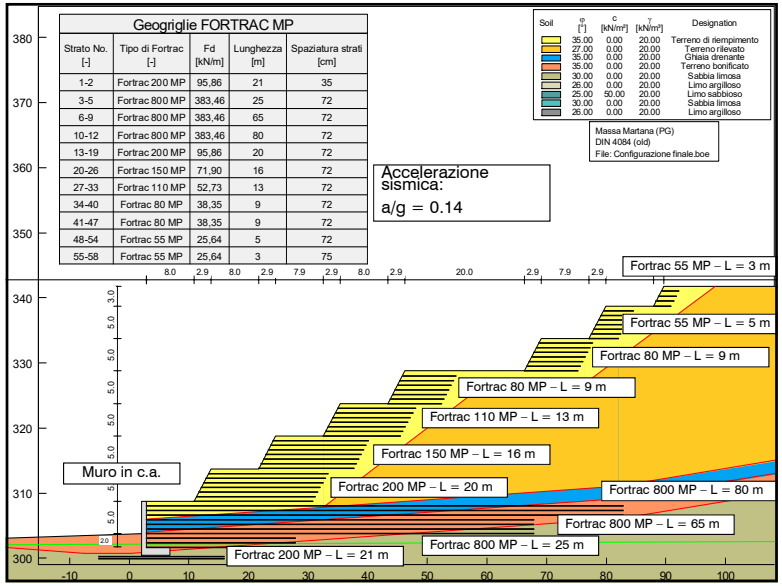
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



Descrizione del progetto

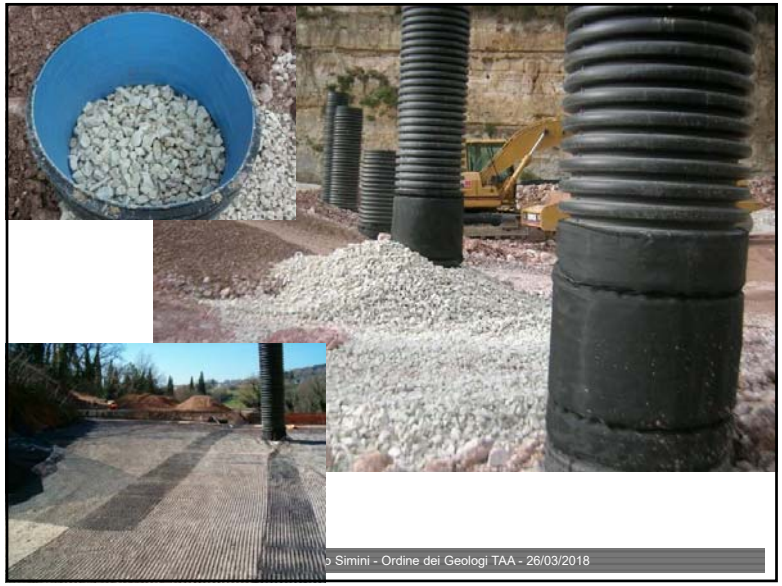
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.





23.11.2006

23.11.2006


o Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.
HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ord

Relleno con escombros de demolición
Geotexil antipunzón rellena con grava y con emulsión bituminosa
Suelo fértil
Geocompuesto bentonítico con caras rugosas
Piquetes diám. 8 mm a "U"

Relleno con escombros de demolición
Geotexil antipunzón rellena con grava y con emulsión bituminosa
Suelo fértil
Geocompuesto bentonítico con caras rugosas
Piquetes diám. 8 mm a "U"

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Nome progetto: Lona-Lases (Trento)

Materiali: Geogriglie 45, 110 kN/m
antierosivo rete in juta

Applicazione: messa in sicurezza e ripristino pendio in frana in zona cava di porfido con terra rinforzata

Punti principali:

- altezza della terra rinforzata 60 m
- minimizzare entità di scavi e movimentazioni di materiale
- movimento franoso incombente sul lago di Lases
- velocità di esecuzione dell'opera ed utilizzo del materiale disponibile in situ

HUESKER

HUESKER

Breve storia:

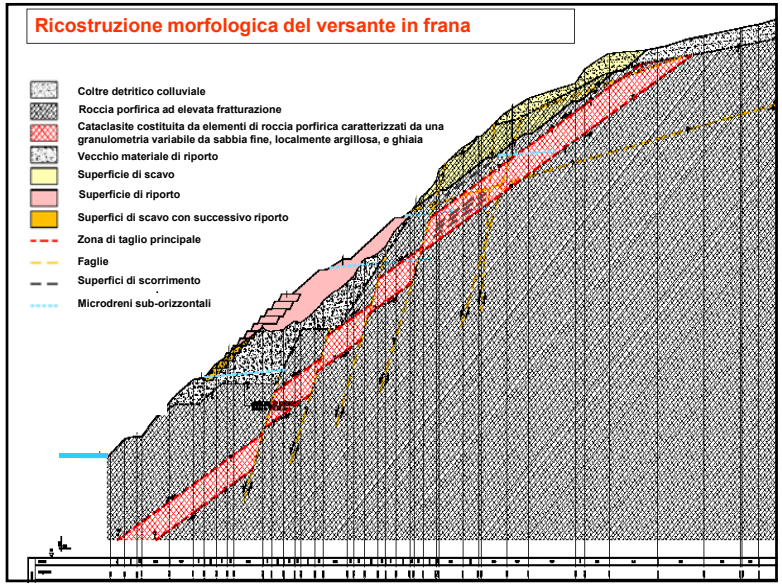
Il versante del monte Grossa, dopo numerosi anni di attività estrattiva del porfido, è stato interessato negli ultimi anni da un imponente fenomeno franoso nella zona sovrastante la strada provinciale SP71 ed il lago di Lases, con grave rischio per l'adiacente area abitata.

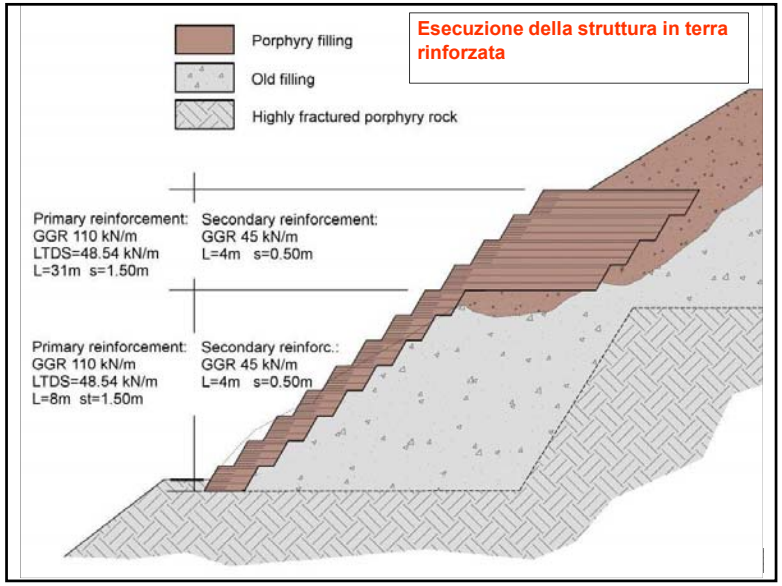
Le cause di questo movimento franoso iniziato già nel 1976 e reso più evidente nel 2000, sono attribuite a tre principali ragioni:

1) attività estrattiva del porfido ed elevata pendenza del versante (80%)

2) incremento di acque infiltranti ed innalzamento del livello della piezometrica a seguito di forti precipitazioni: verifiche di stabilità del versante (back-analysis con il metodo dell'equilibrio limite) hanno confermato l'importanza delle pressioni interstiziali sulle condizioni di equilibrio del versante

3) Attività estrattiva al piede del versante con interruzione del piano principale di faglia e presenza di un piano preferenziale di scivolamento ad una profondità variabile tra 15 e 19 m.





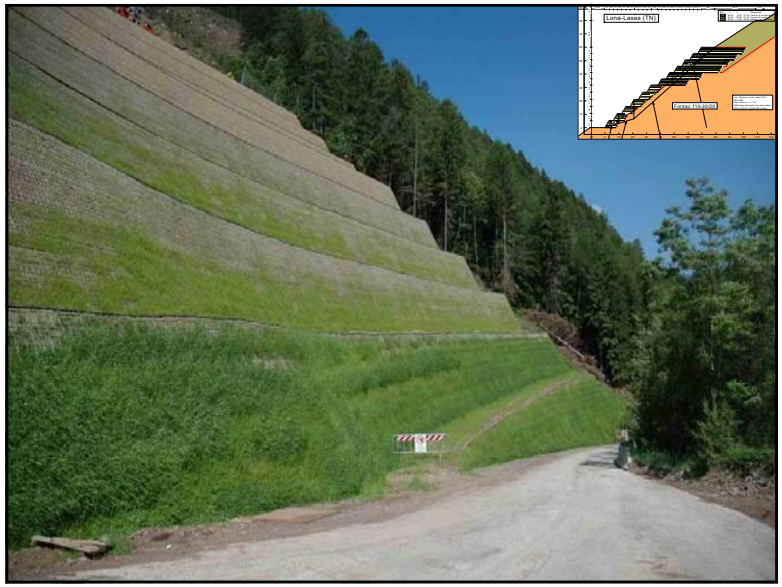
HUESKER
15 m
60 m

HUESKER

Geogriglia 110 kN/m
L=8 m
Geogriglia 45 kN/m
L=4m
Juta
Geogriglia
Terreno vegetale
Cassero metallico
Riempimento

Protezioni sicurezza
irrigatori
Tubi di drenaggio

Tubi di irrigazione



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

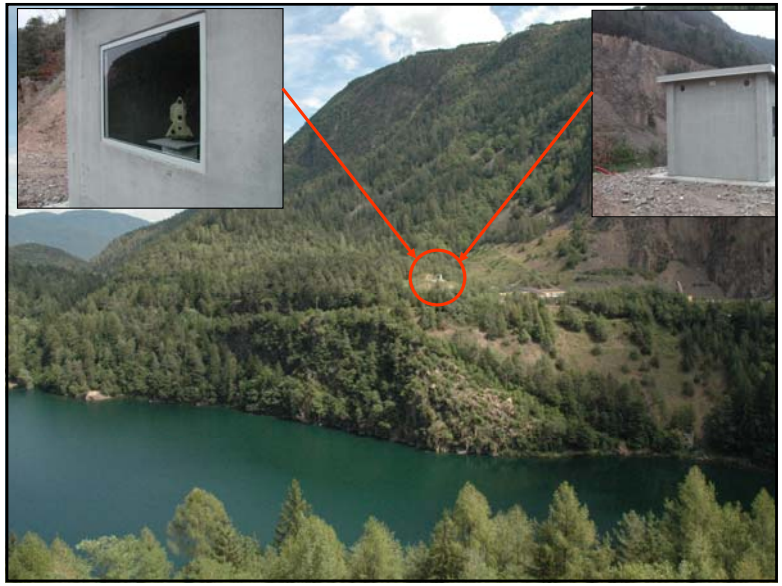
Sistema di monitoraggio

Durante la fase finale di completamento della terra rinforzata è stato posto in opera un sistema di monitoraggio sia sulla terra rinforzata che sul corpo in frana impiegando il nuovo sistema Leica TPS, System Anywhere and Analisys.

La lettura di zero è stata effettuata tra il luglio ed il settembre 2005 a seconda della disponibilità dei caposaldi di monitoraggio, il monitoraggio è attualmente ancora in corso.

Sono stati impiegati:

- **n° 5 inclinometri**
- **n° 6 piezometri a tubo aperto**
- **n° 3 estensimetri con 3 basi di misura**
- **n° 2 assestimetri a magneti**
- **n° 62 caposaldi di monitoraggio**



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Progetto: **Provincia di Perugia – S.P.n. 249 di Spello - Progettazione lavori di messa in sicurezza strada in località Torgiovannetto**

Applicazione: **Rilevato parafrana in terra rinforzata**

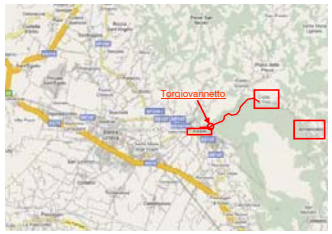
Progettazione: **Areaprogetti e associati**

Anno: 2008

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Breve storia:

La SP 249 corre lungo il piede di una vecchia cava inattiva in località Torgiovannetto (Assisi). Nel dicembre de 2005 il comune ha dovuto chiudere completamente la strada perché si era attivato un movimento franoso di rilevante dimensioni, interrompendo la via principale, tra le due vie possibili, per raggiungere i paesi Costa di Trex and Armezzano.

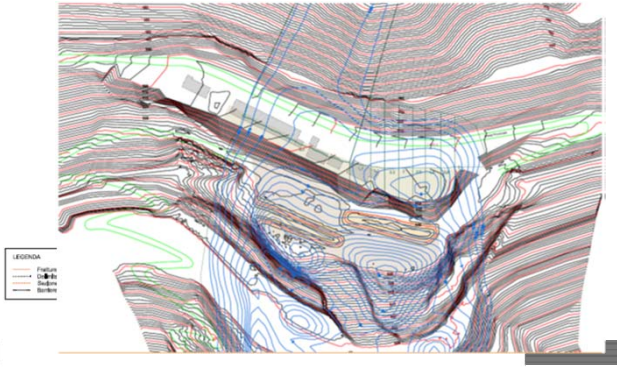


HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Breve storia:

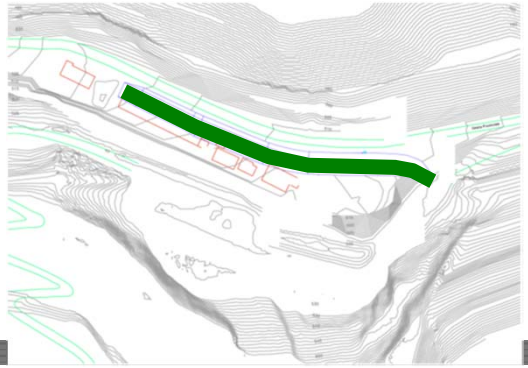
Mediante estensive indagini geologiche e camapgna di monitoraggio si è rilevato un movimento franoso che si sposta lentamente come un corpo unico di 180,000 m³. La situazione di rischio era ulteriormente aggravata dalla sismicità caratteristica della zona.



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

LA SOLUZIONE:

La riapertura della strada è stata resa possibile grazie alla costruzione di un rilevato trapezoidale rinforzato in grado di resistere all'impatto della frana ed adatto a creare un bacino di accumulo a tergo, in grado di accogliere il volume di terreno previsto.



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Progetto: **Provincia di Perugia – S.P.n. 249 di Spello - Progettazione lavori di messa in sicurezza strada in località Torgiovannetto**

Descrizione: La terra rinforzata soddisfaceva tutte le esigenze tecnico-ambientali richieste per questo intervento:

- Pendenze elevate per occupare meno spazio e creare un bacino capiente a tergo
- Altezza necessaria per evitare lo scavalcamento del corpo frana
- Massa adeguata a resistere all'impatto della frana
- Versatilità per adeguarsi all'orografia del sito
- Basso impatto ambientale
- VELOCITÀ DI REALIZZAZIONE

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Progetto: **Provincia di Perugia – S.P.n. 249 di Spello - Progettazione lavori di messa in sicurezza strada in località Torgiovannetto**

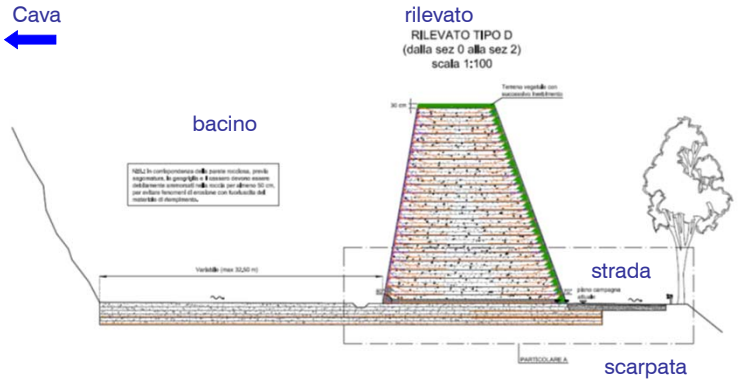
Caratteristiche principali del progetto:

Geometria rilevato:
Altezza: variabile da 0 a 14,40 m circa;
Pendenza: a monte 80°, a valle 65°
Lunghezza: 190 m
Superficie: 2 fronti per un totale di circa 3800 m^2

Azioni considerate:
Pressione d'impatto della frana
Accelerazione sismica orizz.: a/g = 0,07
Drenaggio dell'acqua accumulata a tergo

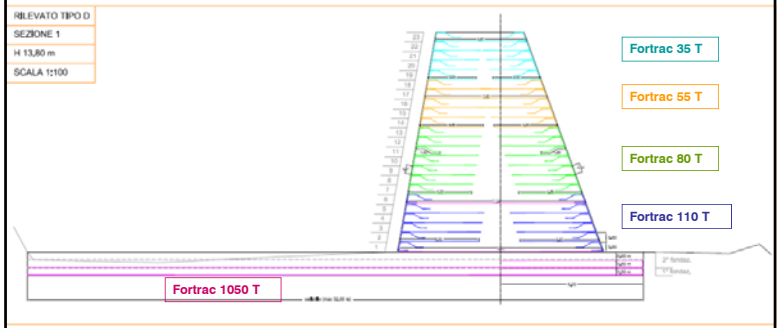
Durata lavori: circa 4 mesi nel 2008

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



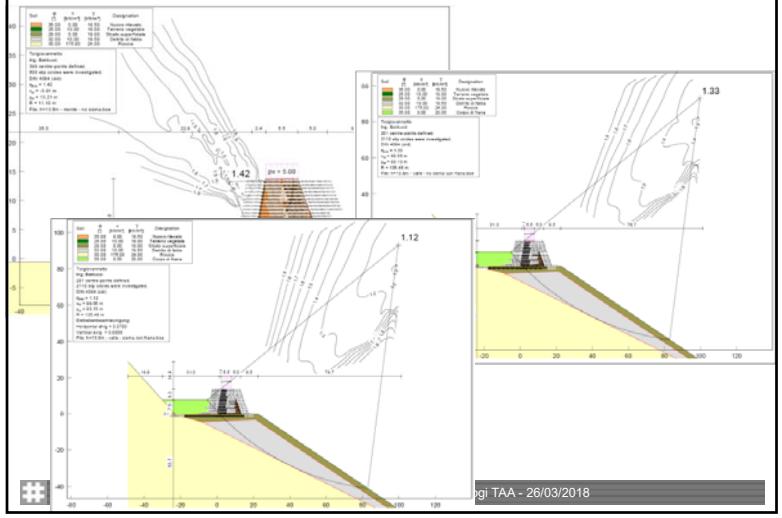
HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

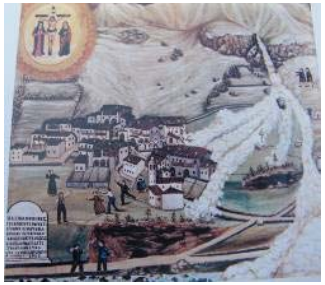
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

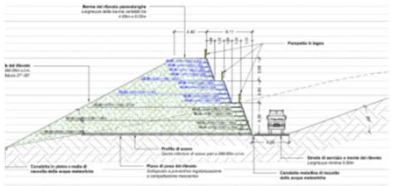
Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

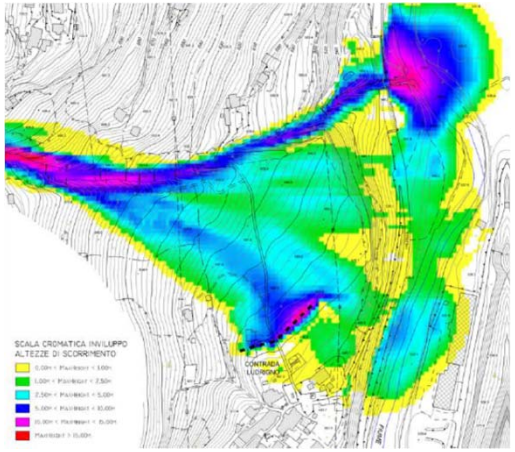
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- **Materiali: Fortrac 65-110 T; HaTe 23.142 GR, Casseri**



Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

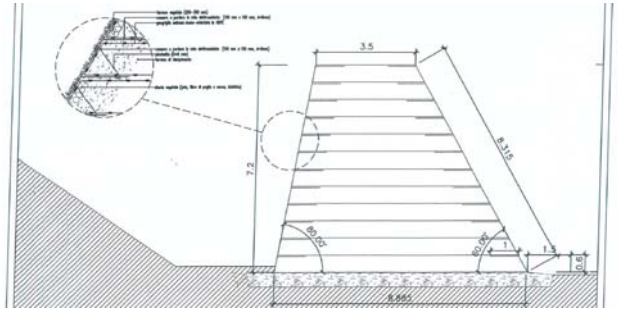
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

«LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA CADUTA MASSI DAL VERSANTE A MONTE DELLA LOC. SARCHE NEL COMUNE DI MADRUZZO (EX CALAVINO)»

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Sezione tipo rilevato



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Luglio 2016: uscita bando lavori con procedura negoziata

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Dipartimento Protezione Civile
Servizio Prevenzione Rischi
Ufficio Pianificazione e Lavori di Protezione Civile

PROGETTO ESECUTIVO

MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA CADUTA MASSI DEL VERSANTE A NORD DELLA LOC. SARCHE

Intervento: messa in sicurezza edifici e viabilità

Stato attuale: Progetto esecutivo

Area: Loc. Sarche

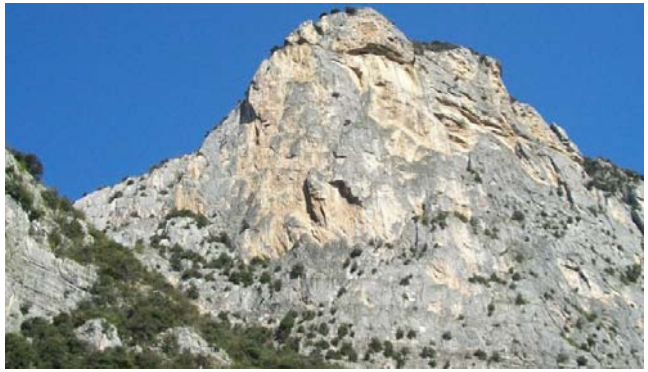
Comune di Calavino

PARTICOLARI RILEVATO PARAMASSI 5

Agg: n=1	Scala: 1:1.000 - 1:5.000	Data: SETTEMBRE 2015
IL PROGETTISTA Ing. Luciano Iodatti	CALCOLI STATICI Ing. Luciano Iodatti	COLLABORATORI Ing. Mario Pergher Gelmi p.i. Luca Decarli
Visto! IL DIRETTORE Ing. Marcello Pilati		Visto! IL DIRIGENTE Ing. Gianfranco Cesarini Sforza

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Novembre 2016: studio CNR per demolizione pilotata massi mediante microcariche della placca “3”



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Febbraio 2017: inizio cantiere

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Febbraio 2017: demolizione vallo esistente e costruzione TR, consistente essenzialmente nella sopraelevazione da 5 ad 8,5 metri di altezza

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Febbraio 2017: demolizione vallo esistente e costruzione TR, consistente essenzialmente nella sopraelevazione da 5 ad 8,5 metri di altezza

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Giugno 2017: fine lavori 1° lotto (vallo 1)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Giugno 2017: fine lavori 1° lotto (vallo 2)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Giugno 2017: fine lavori 1° lotto (vallo 2)

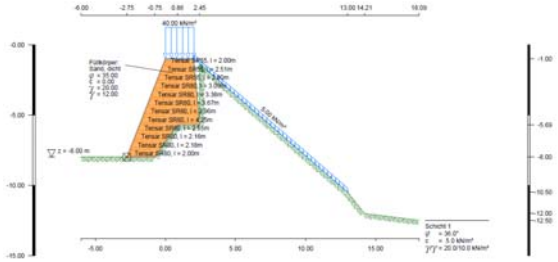
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

«Realizzazione di un paramassi a Campodazzo»

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Dimensioni intervento:

Lunghezza 122 metri
Altezza 7,2 metri



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Fasi di cantiere

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Fasi di cantiere

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Lavori ultimati

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Vista dalla SS 12 del Brennero

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Messa in sicurezza di una frana a Dossena (BG)

23/05/2009

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

08/04/2009

HUESKER

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

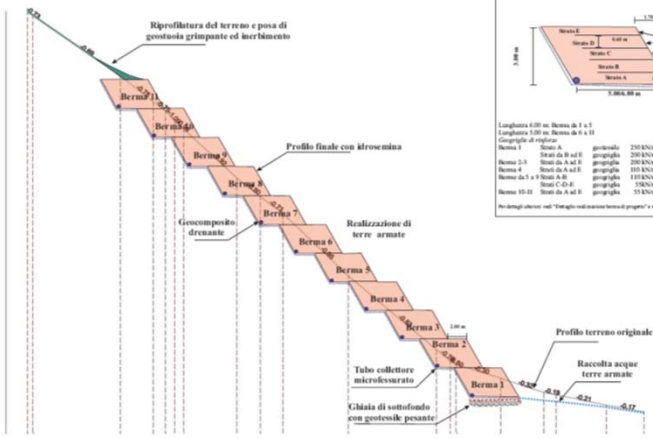
Comune di Dossena (Bg)
Località: Dossena
Scala 1:50
Attrezzatura: Pagani TG 63
Quota della falda dal p.c.(m): non rilevata

Data: 11 gennaio 2010

Profon dità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Vs (m/s)	Modulo di Young(kg/cmq)	Peso di volume naturale(t/mc)	Densità relativa (%)	Angolo d'attrito(°)
1,00		Limo argilloso	92	214	1,63	49	28
2,00		Limo argilloso a ciottoli	141	261	1,89	62	30
3,00		Detrito in matrice limosa	181	345	1,96	79	33

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Sez. DOSSENA_001



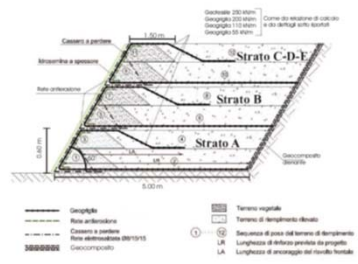
BERMA TIPO DI PROGETTO

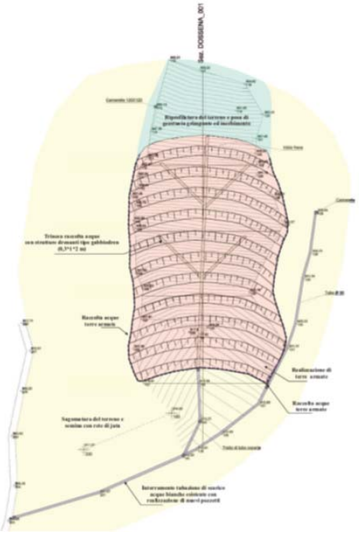
Lunghezza 6.00 m: Berma da 1 a 3
Lunghezza 5.00 m: Berma da 4 a 10
Geogriglie di rinforzo

Berma 1	Strato A	geotessile	250 kN/m
	Strati da B ad E	geogriglia	200 kN/m
Berma 2-3	Strati da A ad E	geogriglia	200 kN/m
Berma 4	Strati da A ad E	geogriglia	110 kN/m
Berma da 5 a 9	Strati A-B	geogriglia	110 kN/m
	Strati C-D-E	geogriglia	55 kN/m
Berma 10-11	Strati da A ad E	geogriglia	55 kN/m

Per dettagli ulteriori vedi "Dettaglio realizzazione berma di progetto" e relazione geotecnica.

DETTAGLIO REALIZZAZIONE BERMA DI PROGETTO



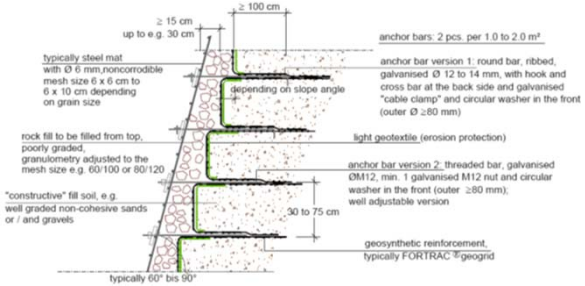


HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER
Idea. Ingegneria. Innovazione.

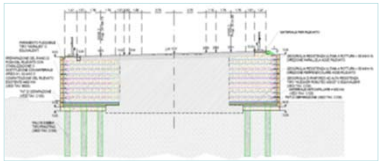
- Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)
  - Materiali:
    - Ringtrac 100/200; Robutec 400; Fortrac 400MPT
    - Muralex: ; Fortrac 80 MPT; HaTe 6G/90/SAI; Casseri; Rete e barre

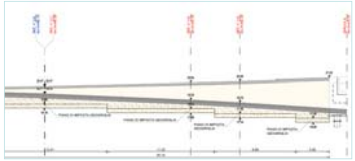
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

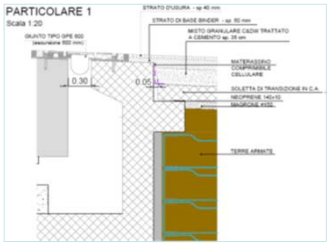


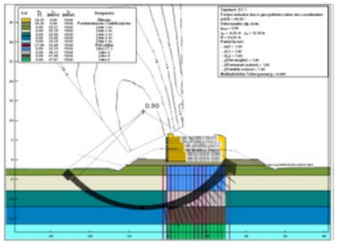
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)









HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

- Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Grazie per la vostra attenzione