




**OPERE DI CONSOLIDAMENTO VERSANTI
CON GEOSINTETICI**
Generalità, Cenni teorici,
Progettazione delle terre rinforzate, Casi di studio

Ing. Alberto Simini
HUESKER Italia, Trieste

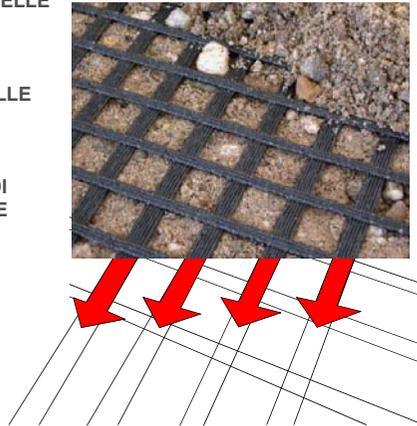
Trento
26 Marzo 2018

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



INDICE

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



• TERRE RINFORZATE



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



• RINFORZO DI BASE



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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

IL RINFORZO CON GEOSINTETICI

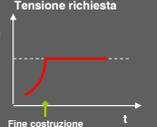
Scarpata ripida



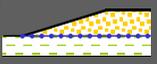
Fattore di sicurezza



Tensione richiesta



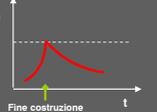
Rilevato su terreno molle



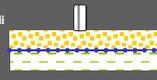
Fattore di sicurezza



Tensione richiesta



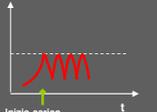
Sottofondi stradali



Fattore di sicurezza



Tensione richiesta

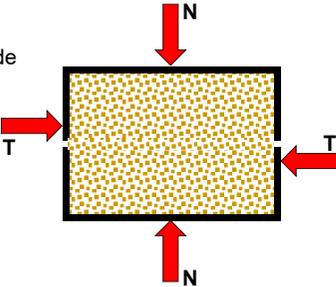


HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

PRINCIPIO DEL RINFORZO DEI TERRENI CON GEOSINTETICI

Scatola di Casagrande

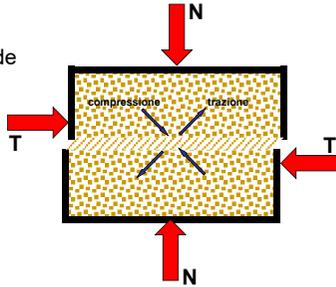


HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

PRINCIPIO DEL RINFORZO DEI TERRENI CON GEOSINTETICI

Scatola di Casagrande



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

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

PRINCIPIO DEL RINFORZO DEI TERRENI CON GEOSINTETICI

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

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

TENSIONE DI PROGETTO A LUNGO TERMINE (LTDS)

Tensione di Progetto $T_{d,j}$:
 è la tensione minima che il geosintetico di rinforzo dovrà garantire alla fine della vita utile di progetto prevista dell'opera.

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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

BS 8006 (UK)

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

Fattori di riduzione

EBGEO (DE)

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

Fattori di sicurezza

Pr NF G 38064 (FR)

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

FHWA / GRI (USA)

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

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

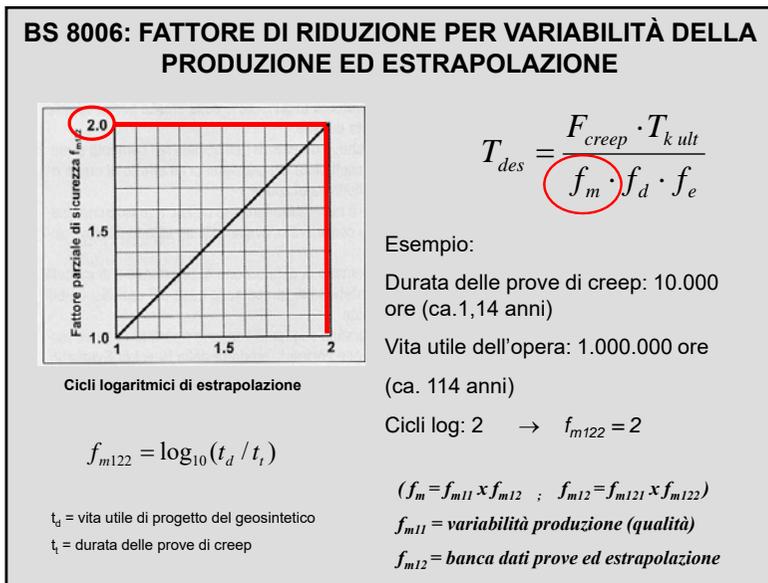
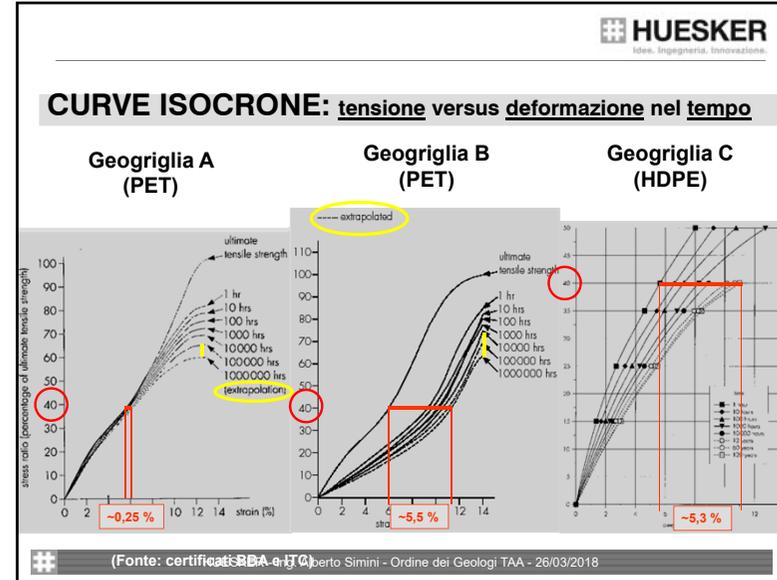
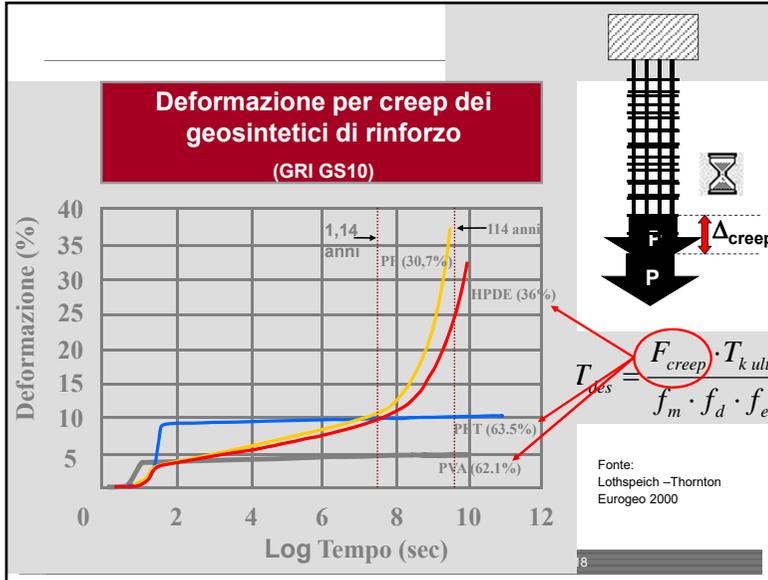
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

PROVA DI TRAZIONE SUI GEOSINTETICI (ISO 10.319)

DIAGRAMA TENSIONE-DEFORMAZIONE A BREVE TERMINE

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

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



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 ogni materiale (polimero) in funzione del pH

$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{kult}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

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

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**.

$$T_{des} = \frac{F_{creep} \cdot T_{kult}}{f_m \cdot f_d \cdot f_e}$$

- 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**.



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)**



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"

$R_d \geq E_d$

R_d : resistenza di progetto

E_d : 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
Idee. Ingegneria. Innovazione.

TIPI DI MURI DI SOSTEGNO

Muri a gravità

d) Terre rinforzate con geogriglie

c) Crib wall 25

Resistono per il peso proprio

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Progettazione / Analisi di Stabilità

- Scivolamento
- Ribaltamento (eccentricità ammissibile)
- Capacità portante

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Progettazione / Analisi di Stabilità

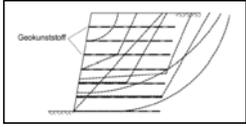
- Rottura del rinforzo
- Sfilamento del rinforzo
- Collasso della connessione con il paramento

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

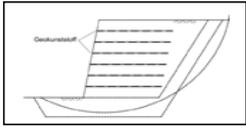
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Progettazione / Analisi di Stabilità

➤ Stabilità interna e composta



➤ Stabilità esterna



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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

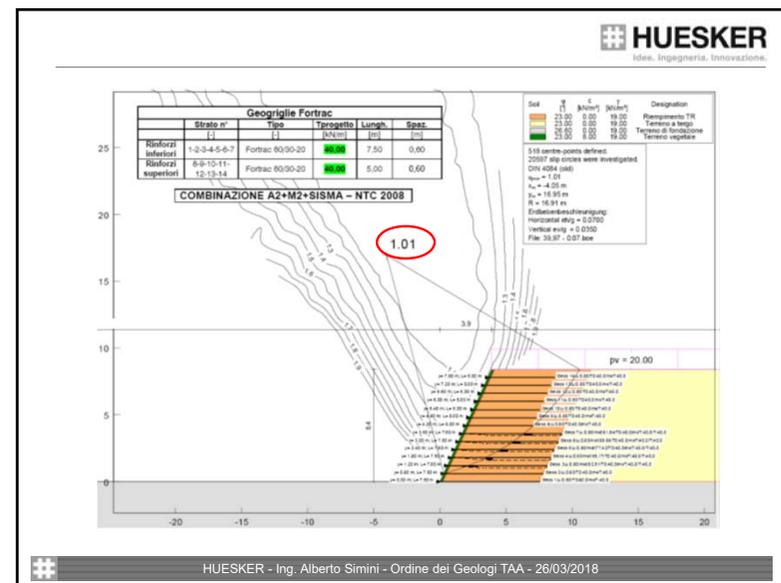
Esempio di calcolo di una terra rinforzata con due diverse geogriglie in PET di tensione nominale di 80 kN/m

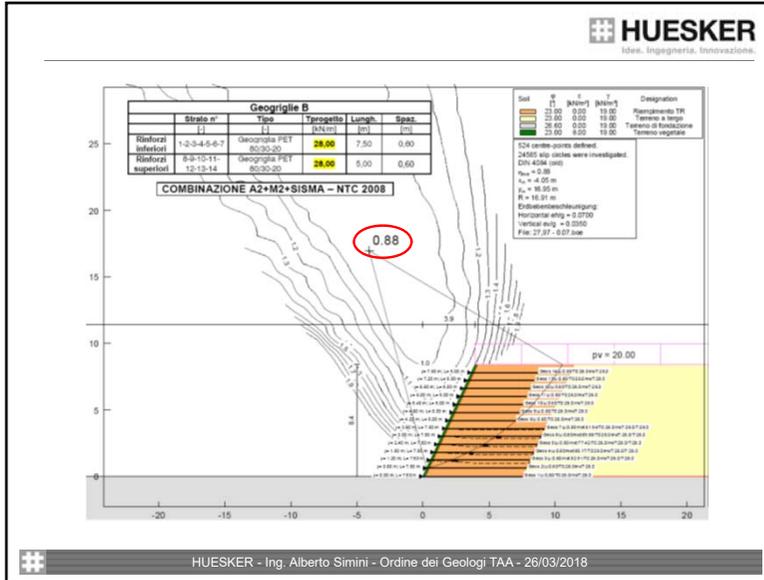
Altezza: 8,40 m
 Pendenza: 65°
 Spaziatura: 0,60 m
 Sovraccarico: 20 kPa
 Azione sismica: $k_h = 0,07 / g$; $k_v = \pm 0,035 / g$
 Parametri geotecnici:
 Terreno di rilevato: $\phi = 28^\circ$, $c = 0$ kPa, $\gamma = 20$ kN/m³
 Terreno di fondazione ed a tergo: $\phi = 32^\circ$, $c = 0$ kPa, $\gamma = 20$ kN/m³
 Vita prevista per la struttura: 120 anni

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

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 ($4 < p < 9$) (f_p)	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)





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

Foundation Soil

0° to x°

50° to 80°

Fill

Reinforcement Layer

Backfill

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

Fasi di realizzazione di una terra rinforzata con casseri a perdere

5. Risvolto superiore della geogriglia verso l'interno.
6. Riparto 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
Idee. Ingegneria. Innovazione.

**IL SUCCESSO DI UN INTERVENTO IN TERRA RINFORZATA
DIPENDE DA:**

CORRETTA PROGETTAZIONE

**UTILIZZO MATERIALI IDONEI
(GEOGRIGLIE, TERRENI)**

**CORRETTA ESECUZIONE
(IMPRESA COMPETENTE)**

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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

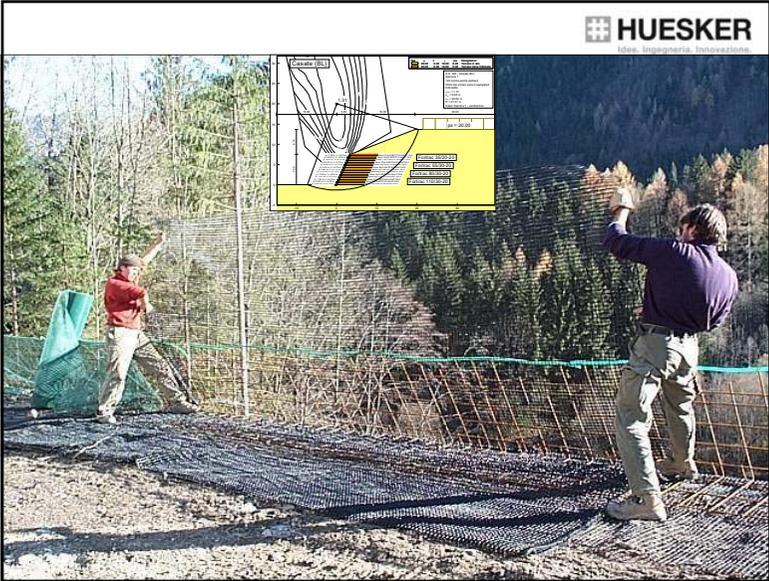




HUESKER



HUESKER



HUESKER



HUESKER



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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 m² FRT MP, 48.000 m² HaTe, 3.000 m² NaBento, 3.000 m² Erosamat

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

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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 $H = 35 \text{ m}$ - Zona sismica: $a_h = 0,14$

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Descrizione del progetto

VISTA DE PLANTA

Massa Martana

Torrente "Fosso della Rocca"

Talus reforzados

Plateas de disipación

160 m

90 m

$H \approx 38 \text{ m}$

Volumen relleno:
 180.000 m^3

Muro de contención en hormigón armado

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Descrizione del progetto

Problematiche generali del progetto

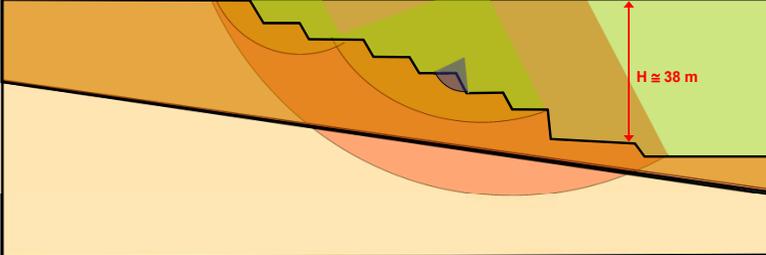
$H \approx 38 \text{ m}$

- 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

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

Descrizione del progetto 

Problematiche generali del progetto



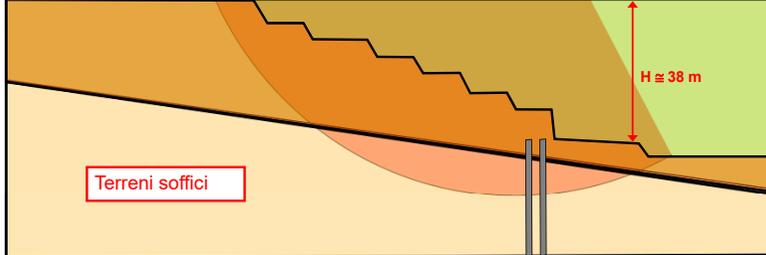
$H \approx 38 \text{ m}$

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

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

Descrizione del progetto 

Problematiche generali del progetto



$H \approx 38 \text{ m}$

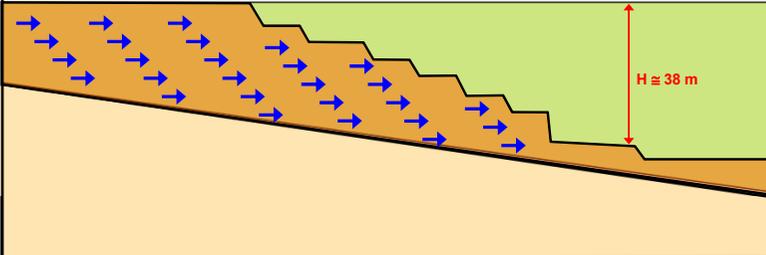
Terreni soffici

ZONA AD ALTA INTENSITA' SISMICA

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

Descrizione del progetto 

Problematiche generali del progetto

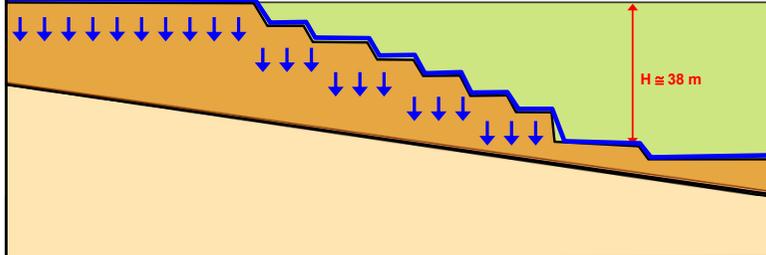


$H \approx 38 \text{ m}$

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

Descrizione del progetto 

Problematiche generali del progetto



$H \approx 38 \text{ m}$

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

Descrizione del progetto

HUESKER
Idea. Ingegneria. Innovazione.

Torrente impermeabilizzato con geocomposto bentonitico

Geomallas en PVA

Sistema de drenaje

Geomallas adicionales de refuerzo

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

Descrizione del progetto

HUESKER
Idea. Ingegneria. Innovazione.

Torrente impermeabilizado con geocompuesto bentonitico

Geomallas en PVA

pH > 10

Sistema de drenaje

Geomallas adicionales de refuerzo

- Stabilità interna
- Stabilità composta

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

Descrizione del progetto

HUESKER
Idea. Ingegneria. Innovazione.

Torrente impermeabilizado con geocompuesto bentonitico

Geomallas en PVA

800 kN/m

Sistema de drenaje

Geomallas adicionales de refuerzo

Stabilità globale del rilevato

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

Descrizione del progetto

HUESKER
Idea. Ingegneria. Innovazione.

Torrente impermeabilizado con geocompuesto bentonitico

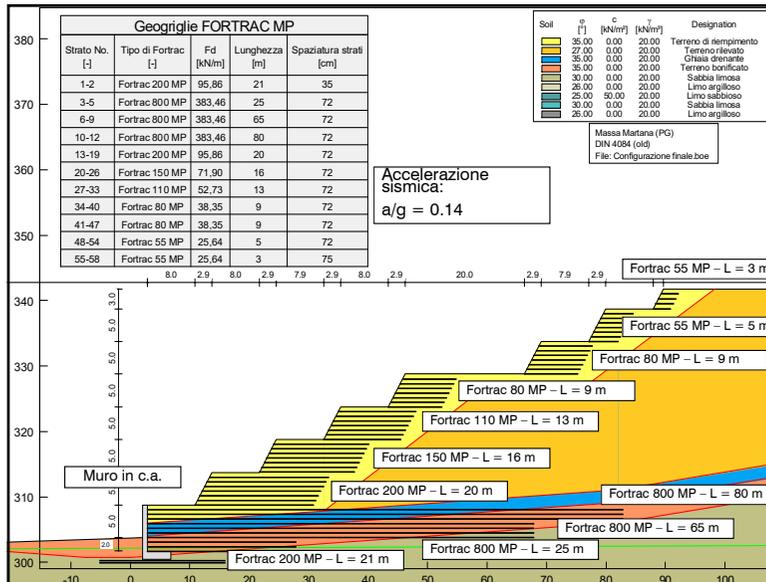
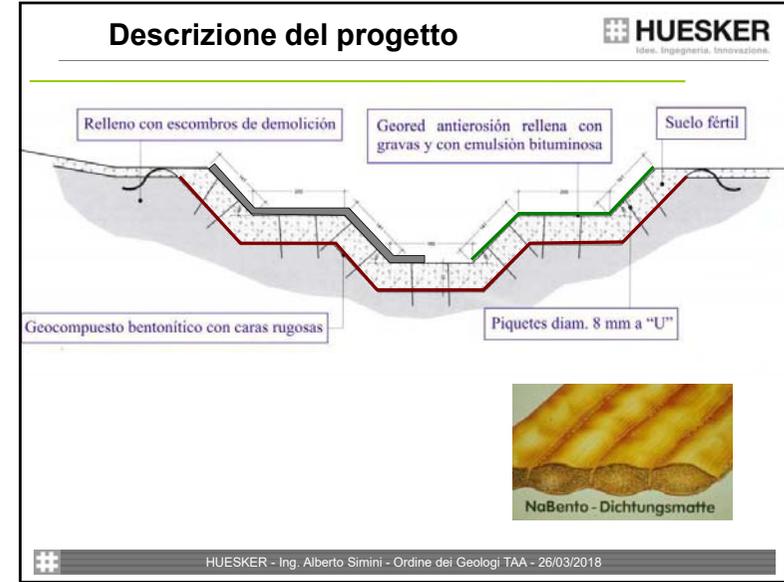
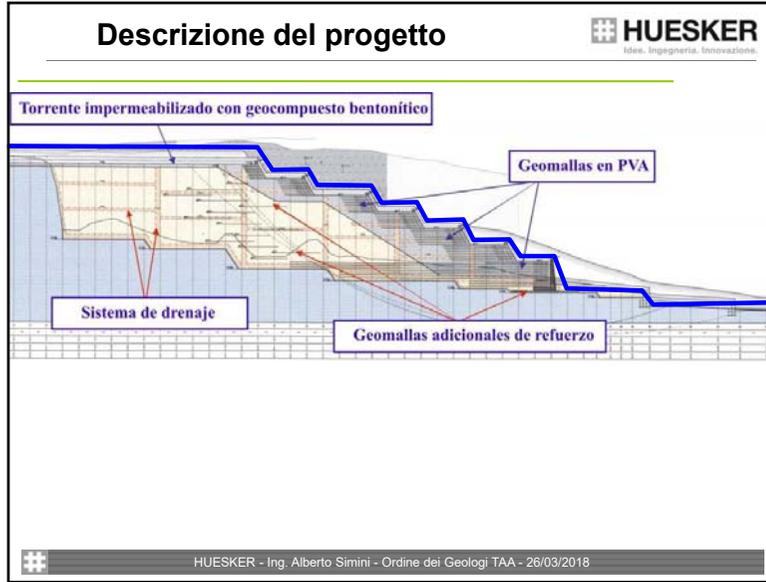
Geomallas en PVA

Sistema de drenaje

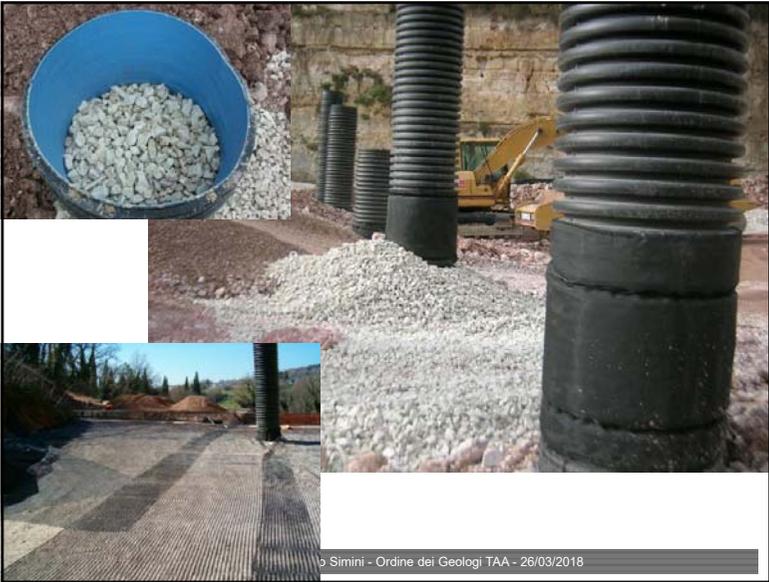
Geomallas adicionales de refuerzo

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

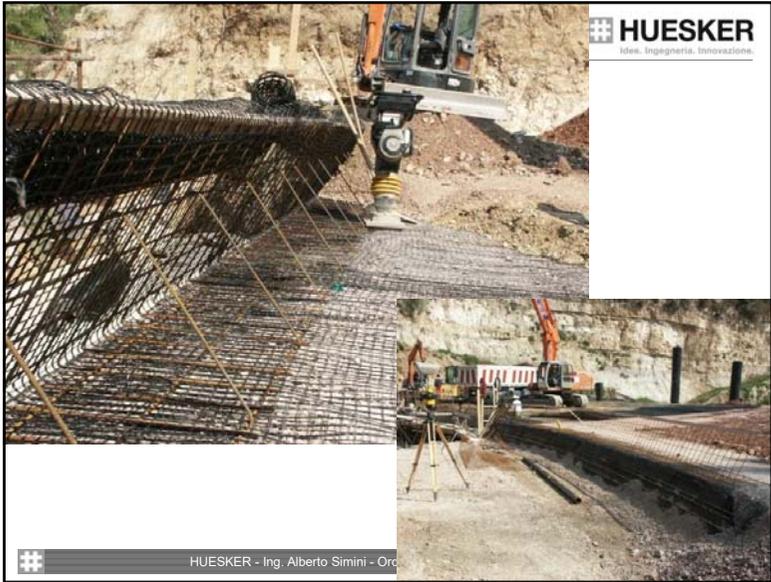
HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018







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



HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ord





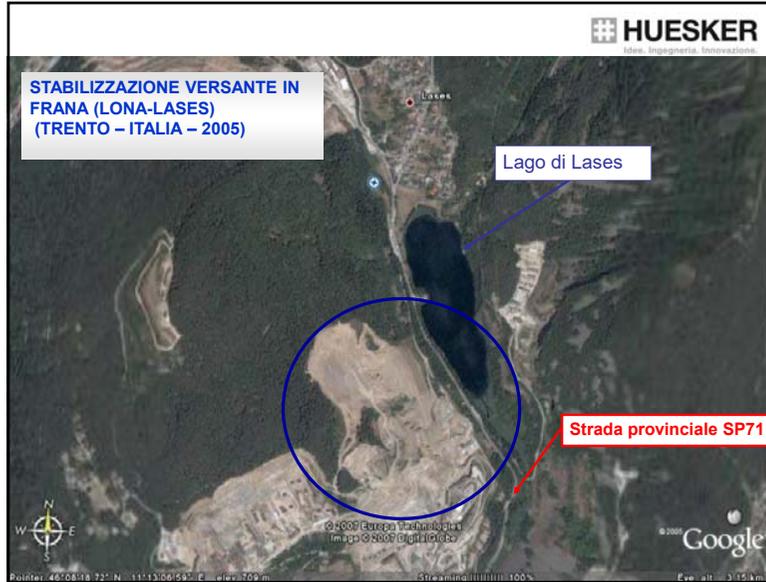
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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





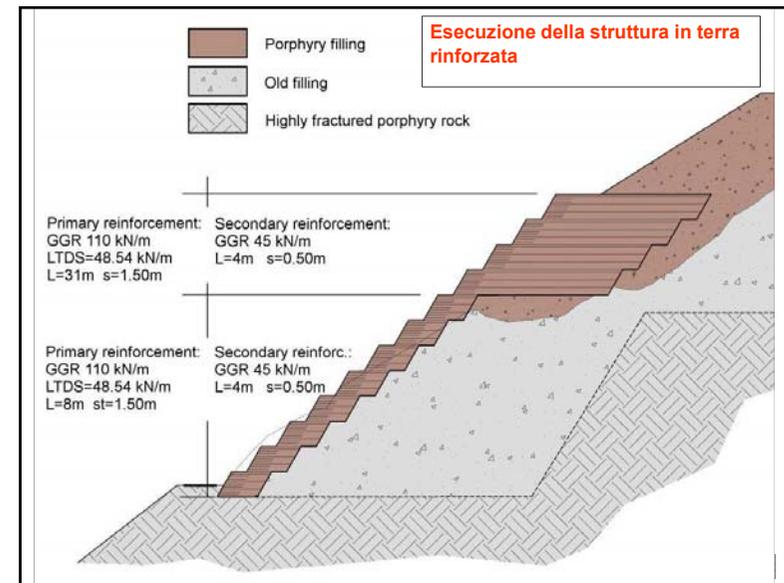
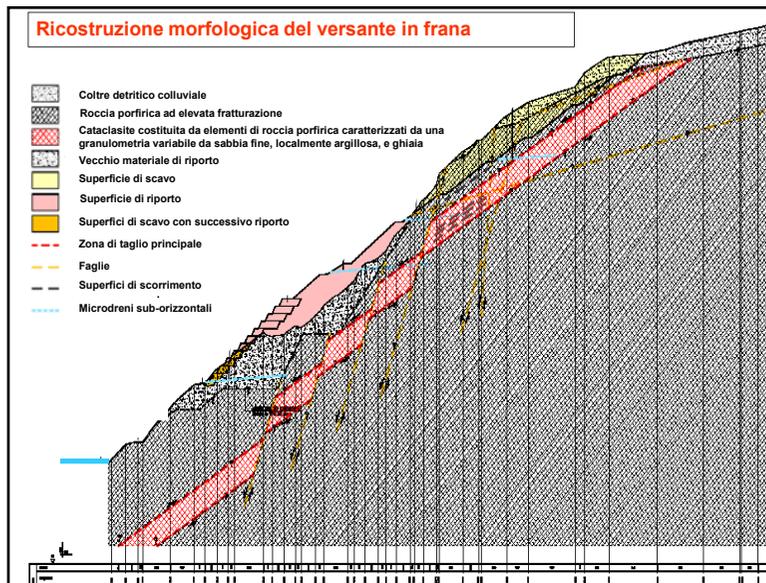
Breve storia:

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.

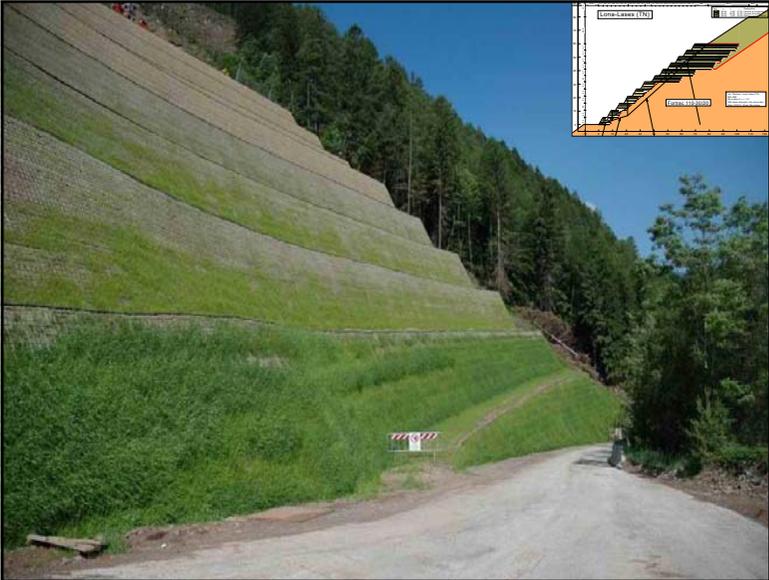
Le cause di questo movimento franoso iniziato già nel 1976 e reso più evidente nel 2000, sono attribuite a tre principali ragioni:

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







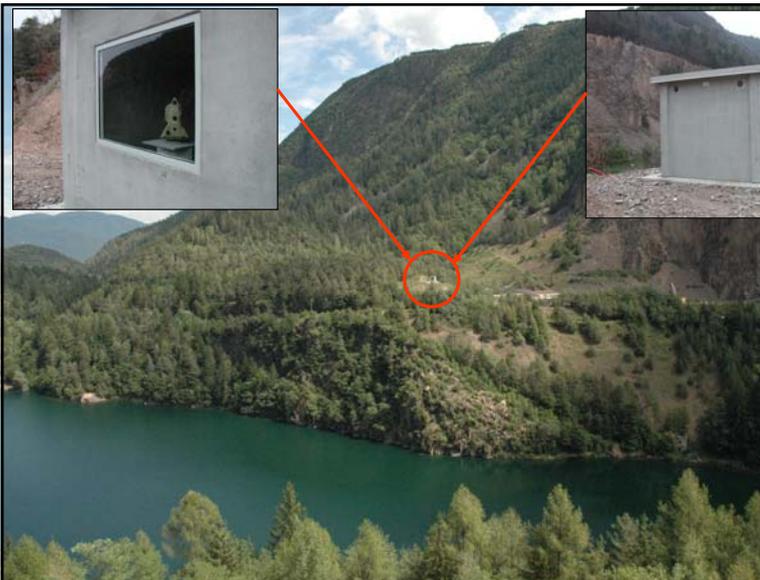
Sistema di monitoraggio

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 Analysis.

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



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

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

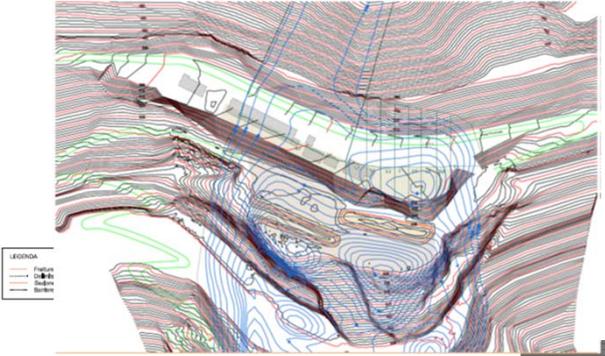
HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

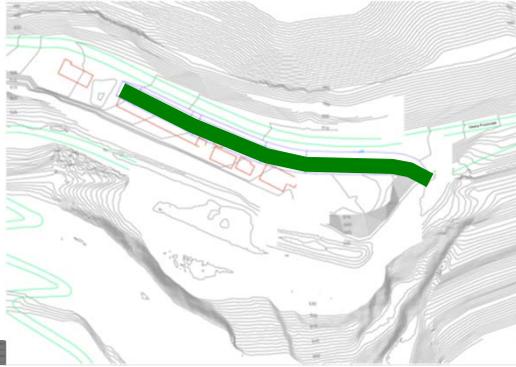
Breve storia: Mediante estensive indagini geologiche e camapgna di monitoraggio si è rilevato un movimento franoso che si sposta lentamente come un corpo unico di 180,000 m³. La situazione di rischio era ulteriormente aggravata dalla sismicità caratteristica della zona.



#

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

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

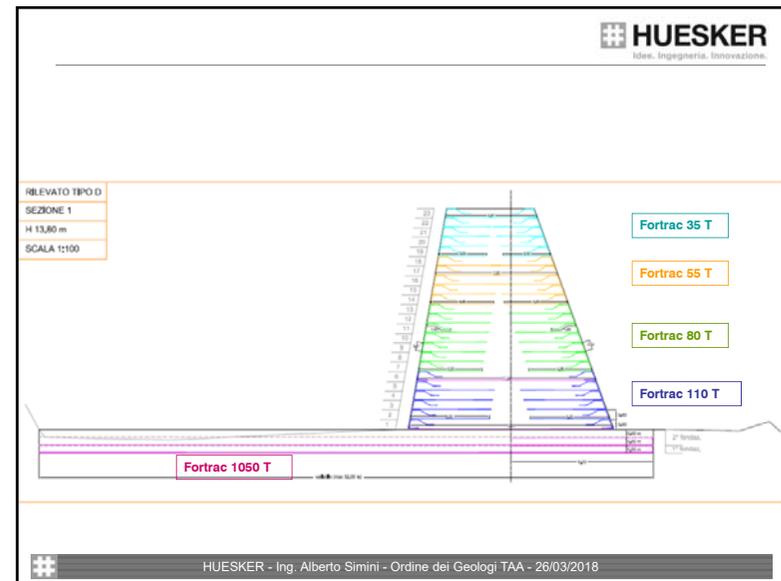
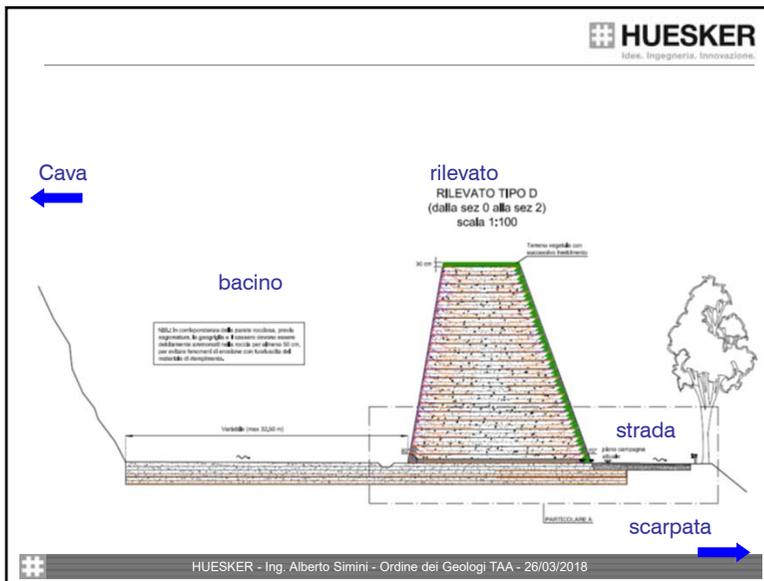
Caratteristiche principali del progetto:

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 m²

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

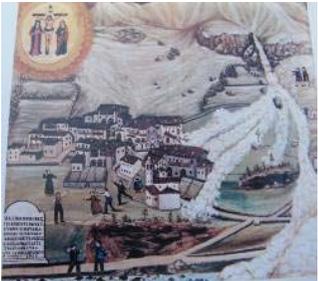
Durata lavori: circa 4 mesi nel 2008

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





Vallo paravalanghe Ardesio (BG) 

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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG) 



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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG) 



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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG) 

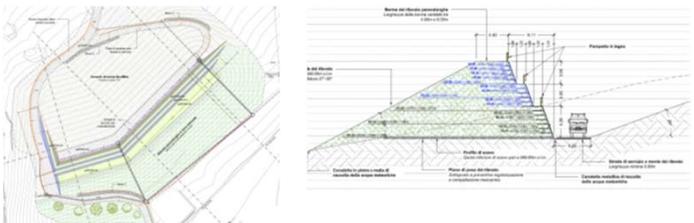


 HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

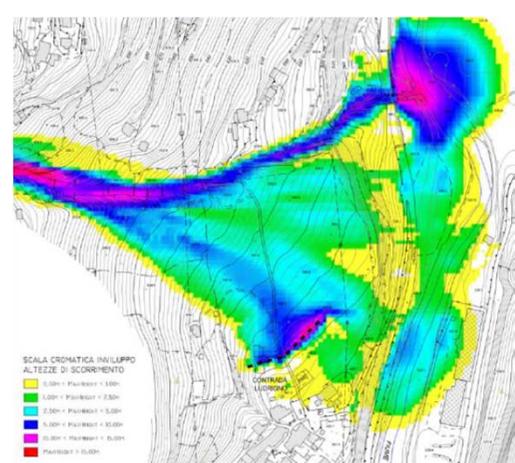
Materiali: Fortrac 65-110 T; HaTe 23.142 GR, Casseri



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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG)

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.



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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG) 



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

Vallo paravalanghe Ardesio (BG) 



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

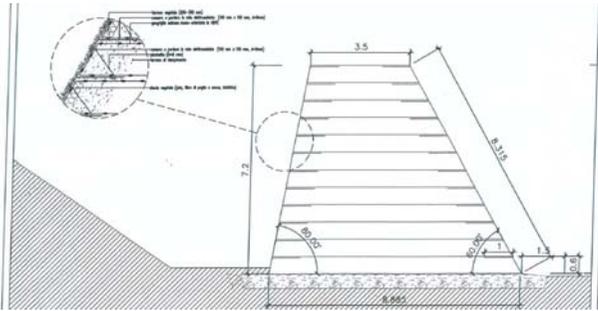


*«LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA CADUTA MASSI
DAL VERSANTE A MONTE DELLA LOC. SARCHÉ NEL
COMUNE DI MADRUZZO (EX CALAVINO)»*

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



Sezione tipo rilevato



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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

🗄️ Luglio 2016: uscita bando lavori con procedura negoziata

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Dipartimento Provinciale Civile
Servizio Progettazione Studi
Ufficio Progettazione e Lavori di Provenienza Civile

PROGETTO ESECUTIVO

MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA CADUTA MASSI
SUL VERGANTE A SUD-EST DELLA LOCALITÀ
SARCIER

OGGETTO: opere di sicurezza sifidi e sifidici

Indirizzo: Progetto esecutivo

Zone Loc. Sarciè

Comune di Calciatino



PARTICOLARI RILEVATO PARAMASSI			5
Agg. av1	Scale: 2:1.000 - 1:5.000	Data: SETTEMBRE 2016	
IL PROGETTISTA	CALCOLI STATICI	COLLABORATORI	
Ing. Luciano Isoldi	Ing. Luciano Isoldi	Ing. Mario Pignone Gattai g.f. Leo Devaldi	
VANTI IL DIRETTORE		VANTI IL DIRIGENTE	
Ing. Marcello Pilati		Ing. Gianfranco Cescalet Sironi	

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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

🗄️ Novembre 2016: studio CNR per demolizione pilotata massi mediante microcariche della placca "3"



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

HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

🗄️ Febbraio 2017: inizio cantiere



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

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

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



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



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



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

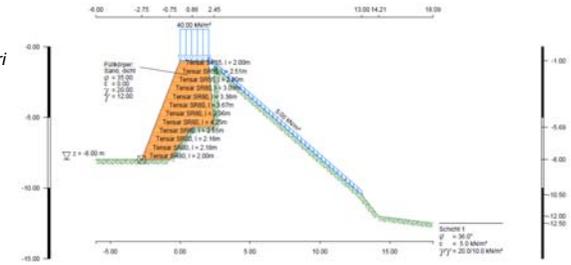


«Realizzazione di un paramassi a Campodazzo»



Dimensioni intervento:

Lunghezza 122 metri
Altezza 7,2 metri



Fasi di cantiere



Fasi di cantiere



🏠 Lavori ultimati



🏠 Vista dalla SS 12 del Brennero



Messa in sicurezza di una frana a Dossena (BG)



23/05/2009



08/04/2009



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

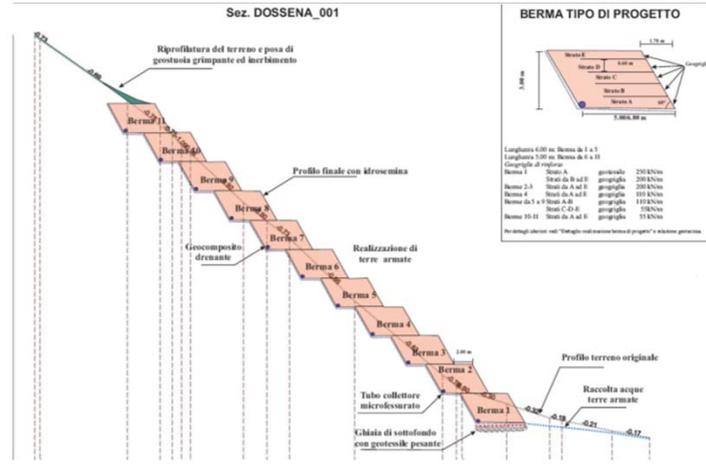


Consorzio di Dosenna (Rg)
Località: Dosenna
Scala: 1:50
Altezza: Foglio TO 63
Quota della falda dal p.c. (m) non rilevata

Data: 11 gennaio 2018

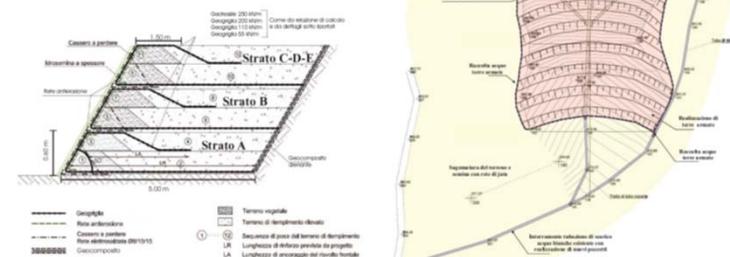
Profondità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Spessore (m)	Strada e (Young/Gravim)	Peso di volume naturale (kN/m ³)	Coeficiente laterale (%)	Angolo d'attrito (°)
0-10	[Red brick pattern]	Linee argilla	10	92	214	1,63	49
10-25	[Blue brick pattern]	Linee argilla e sabbia	15	141	261	1,89	62
25-35	[Green brick pattern]	Sabbia e ghiaia media	10	181	345	1,96	79

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

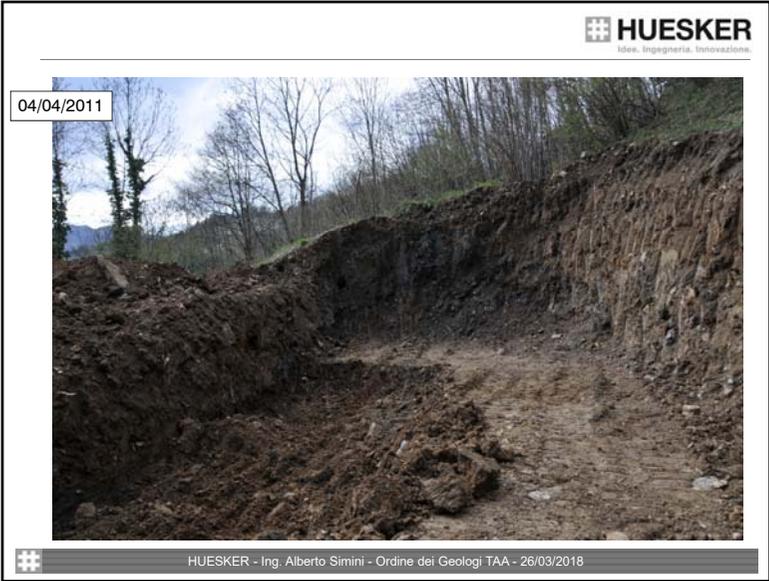


HUESKER - Ing. Alberto Simini - Ordine dei Geologi TAA - 26/03/2018

DETTAGLIO REALIZZAZIONE BERMA DI PROGETTO



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





HUESKER
Idee. Ingegneria. Innovazione.

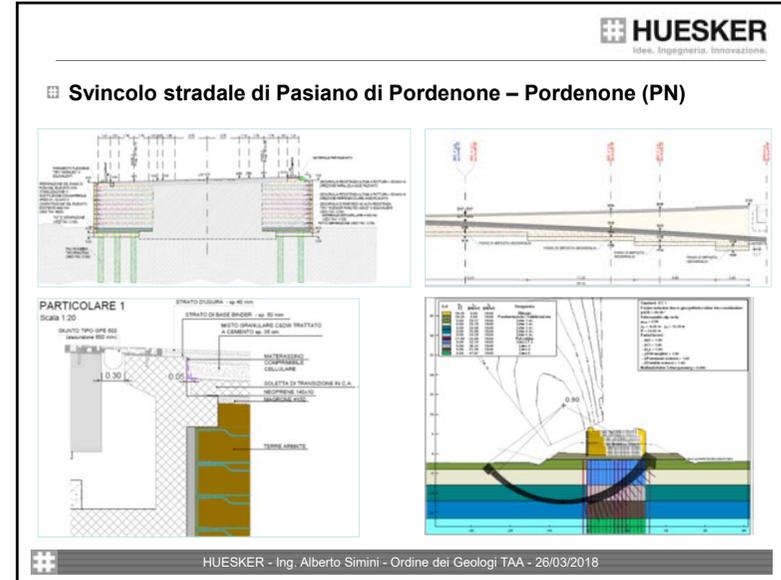
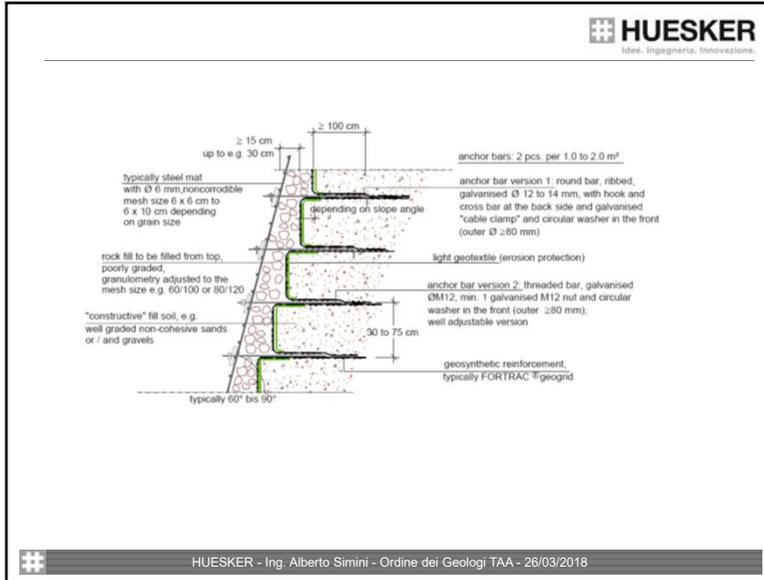
▣ **Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)**

▣ **Materiali:**

- ▣ Ringtrac 100/200; Robutec 400; Fortrac 400MPT
- ▣ Muralex; ; Fortrac 80 MPT; HaTe 6G/90/SAI; Casseri; Rete e barre



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




Idee. Ingegneria. Innovazione.

Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)



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


Idee. Ingegneria. Innovazione.

Svincolo stradale di Pasiano di Pordenone – Pordenone (PN)



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


Idee. Ingegneria. Innovazione.



Grazie per la vostra attenzione



 **Your project in safe hands.**

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