



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PISTOIA
Corso di aggiornamento professionale

“Progettazione geotecnica secondo le NTC 2008”

Pistoia, 13 maggio-24 giugno 2011

Terre Rinforzate e Muri Modulari: Case History e Procedure di Installazione

Ing. Luca Mottadelli

Aula Polivalente del Seminario Vescovile

Via Puccini, 36 - Pistoia

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pistoia

Via Panciatichi, 11 – 51100 Pistoia

Tel. 0573 25931 - fax 0573 24383

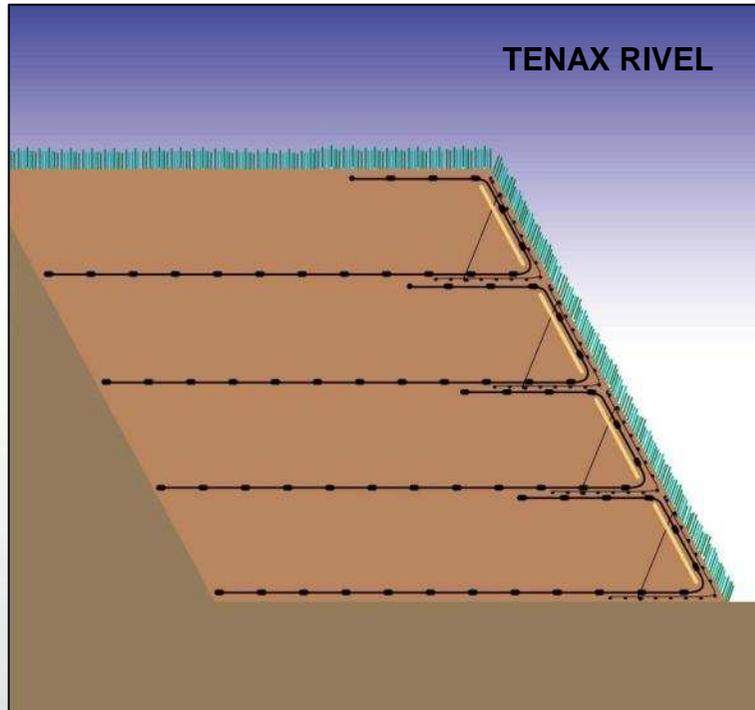
info@ordineingegneri.pistoia.it

www.ordineingegneri.pistoia.it

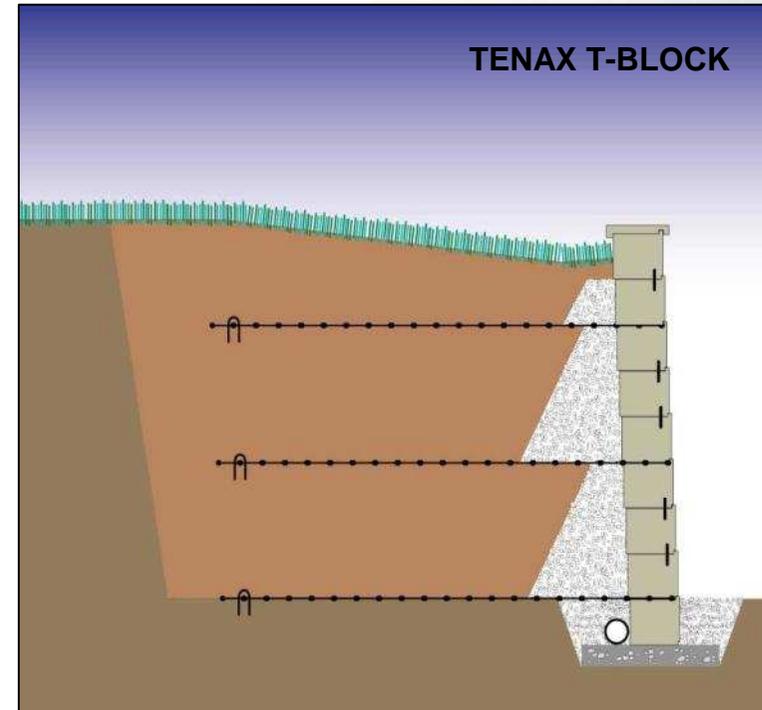




STRUTTURE IN TERRE RINFORZATE: SEZIONI TIPO



Sistema TENAX RIVEL per la realizzazione di scarpate con paramento rinverdibile

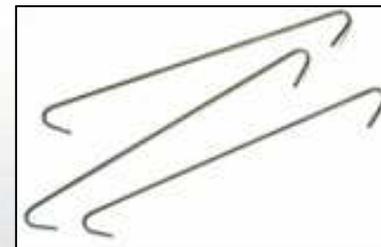
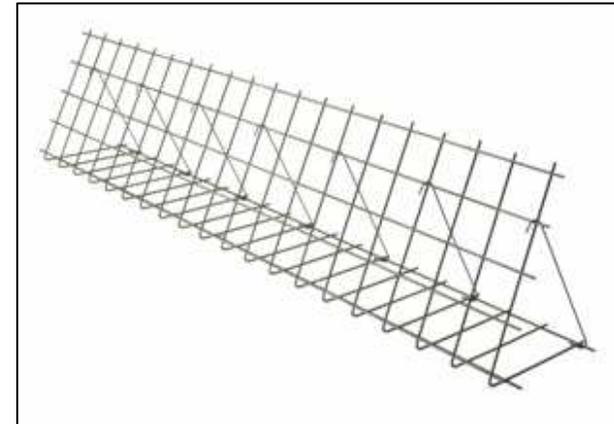


Sistema integrato TENAX T-BLOCK per la realizzazione di muri modulari rinforzati



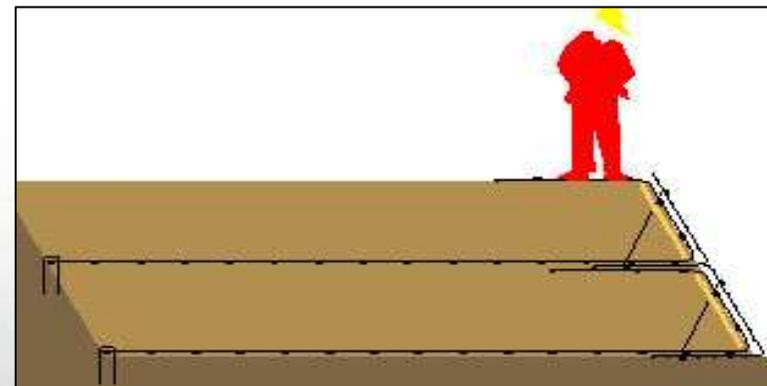
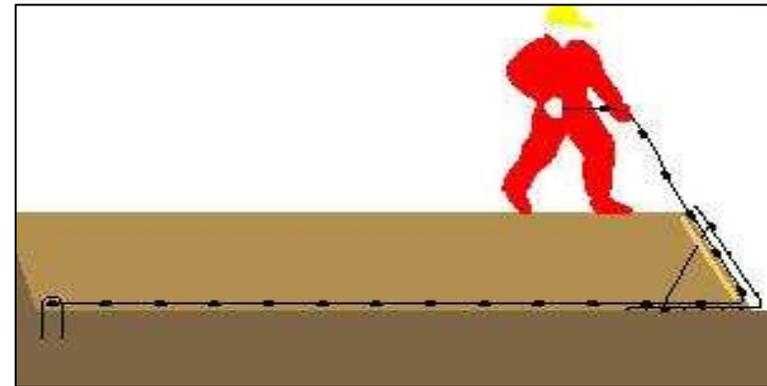
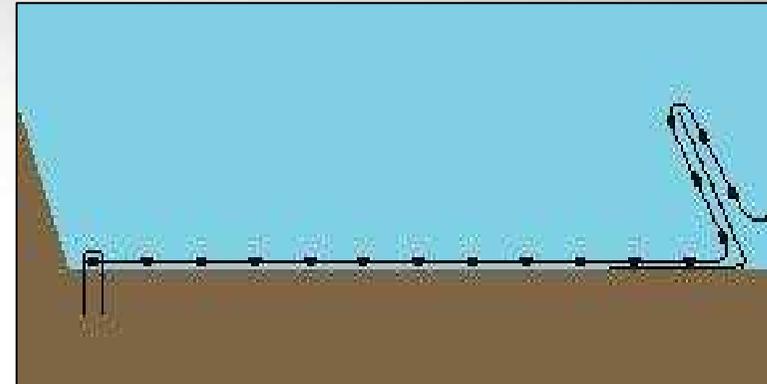
TENAX RIVEL – ELEMENTI COSTITUTIVI

1. Elemento di rinforzo: geogriglie in HDPE a giunzione integrale certificate per la realizzazione di pendii ripidi rinforzati con inclinazione fino a 85° dall'ITC-CNR (Istituto per le Tecnologie delle Costruzioni)
2. Elementi di facciata:
 - Cassero in rete elettrosaldata di guida e d'appoggio "a perdere" (\varnothing 8mm / maglia 150x150mm)
 - Tiranti di irrigidimento
 - Feltro Vegetativo Preseminato o biostuoia vegetale e successiva idrosemina





PROCEDURE DI INSTALLAZIONE





MATERIALE DI RIEMPIMENTO

- La tecnica delle Terre Rinforzate consente di **utilizzare qualsiasi tipo di terreno di riempimento, purché compattabile**
- E' comunque preferibile utilizzare materiale granulare drenante con elevato angolo di attrito interno, **possibilmente privo di ciottoli di grossa pezzatura** che renderebbero difficoltosa la compattazione
- Il materiale di riempimento verrà steso e compattato in più tornate, dello spessore consigliato, di 0,30 - 0,35 m, sino ad una **costipazione con valori non inferiore al 95% dello Standard Proctor**
- In prossimità del paramento si consiglia il riempimento **con terreno vegetale** al fine di creare le condizioni ottimali per l'attecchimento, lo sviluppo, la permanenza della vegetazione e degli apparati radicali



PROCEDURE DI INSTALLAZIONE CON CASSERO A PERDERE

- Preparazione del piano di fondazione orizzontale in piano
- Tracciamento della facciata a vista
- Posa ed allineamento dei casseri metallici di guida e d'appoggio

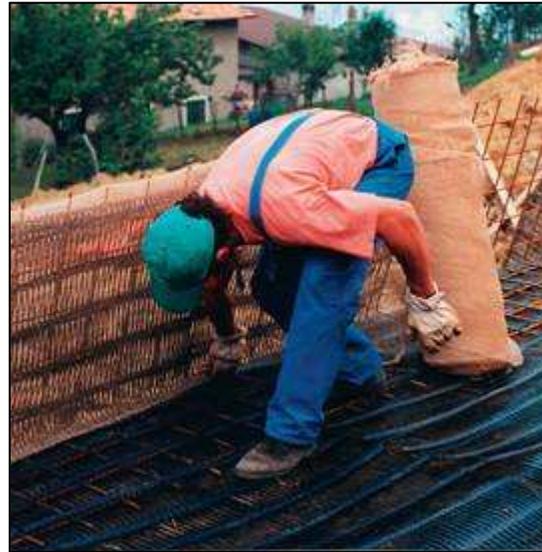




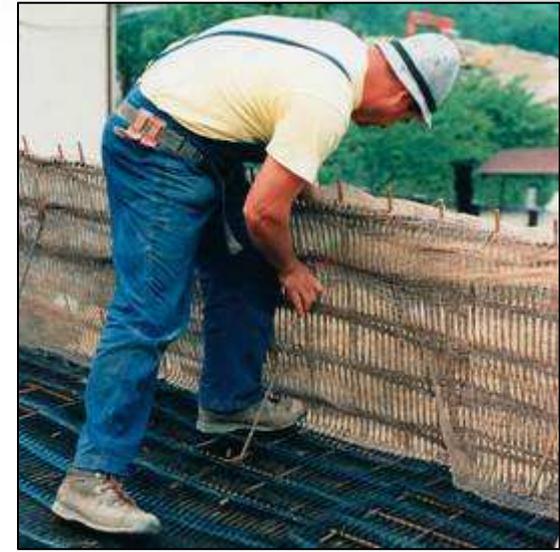
MONTAGGIO DEL SISTEMA



Posizionamento della Geogriglia con risvolto all'esterno del cassero



Posizionamento feltro vegetativo preseminato o della stuoia vegetale sulla facciata a vista



Posizionamento dei tiranti di irrigidimento



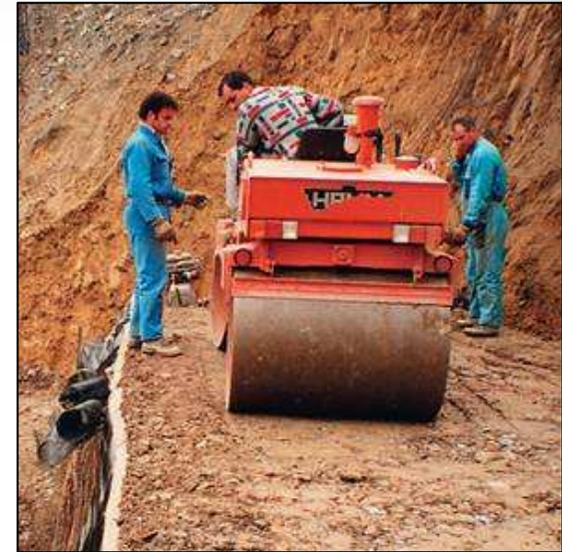
STESA E COMPATTAZIONE DEL MATERIALE DI RIEMPIMENTO



Stesa del materiale
granulare di riempimento
in strati di 0,30 m



Compattazione in
prossimità della facciata
con vibrocostipatore a
mano



Compattazione con rullo
compressore per
raggiungere valori $> 95\%$
dello Standard Proctor



IDROSEMINA DELLA FACCIATA A VISTA

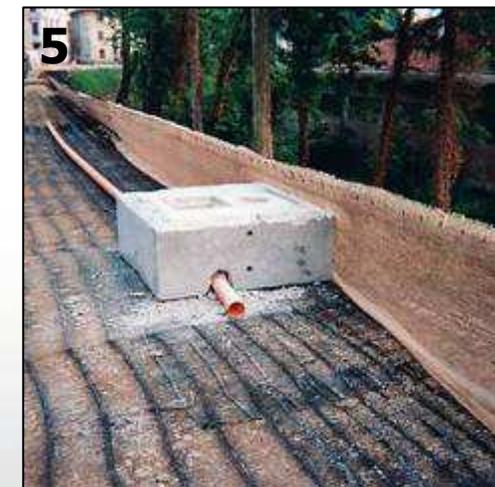


Idrosemina "a spessore" della facciata (sementi, fertilizzanti, leganti) per garantire un effetto coprente uniforme



DETTAGLI COSTRUTTIVI

1. Chiusura contro manufatto preesistente in cls
2. Posizionamento di guard-rail
3. Tratti concavi e/o convessi
4. Parapetto di protezione come da normative di sicurezza in cantiere
5. Alloggiamento elementi prefabbricati in cls



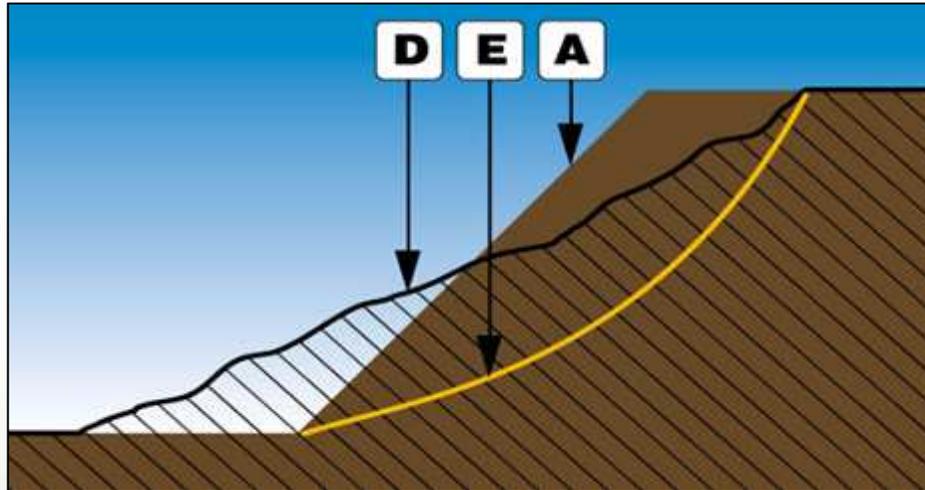


APPLICAZIONI PRINCIPALI

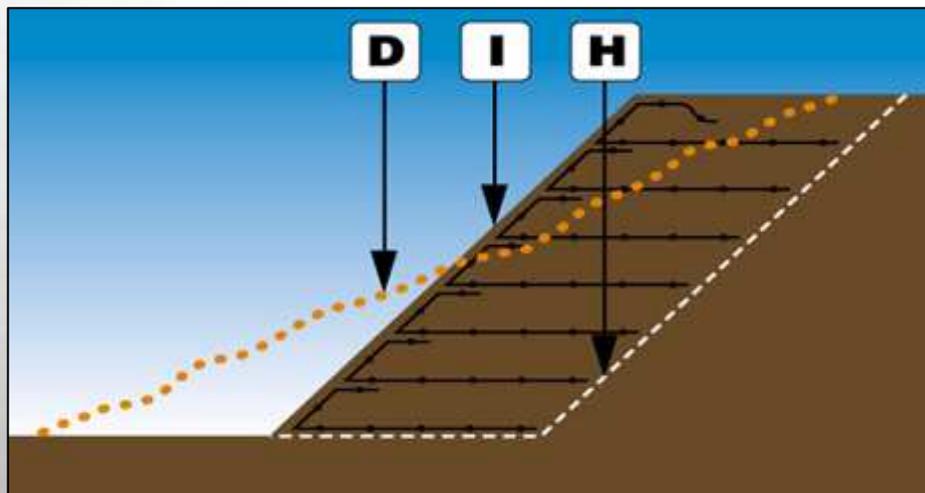
- Ripristino di pendii franati
- Allargamento della cresta di un pendio
- Rinforzo di muri d'ala e spalle di ponti
- Rilevati stradali e ferroviari
- Rilevati a doppia faccia:
 - Barriere fonoassorbenti
 - Rilevati paramassi
 - Argini in discarica



RIPRISTINO DI PENDII FRANATI



Si cerca di sfruttare lo stesso terreno franato, anche se di scarse caratteristiche geotecniche, eventualmente miscelandolo con terreno granulare (mista, sabbia e/o ghiaia)



A – Profilo originale
D – Profilo dopo il crollo
E – Superficie di rottura
I – Profilo del pendio rinforzato
H – Profilo dello scavo



BOSCACCIA (SO) - ITALIA



Foto A:
Il pendio franato
per la piena
dell'Adda (1987)

Foto B:
Il pendio al
termine del
ripristino (1989)



Foto C:
Il pendio dopo
due anni,
rinverdito.

Foto D:
Il pendio nel
2002



PASSO DELLA CISA (MS)- ITALIA



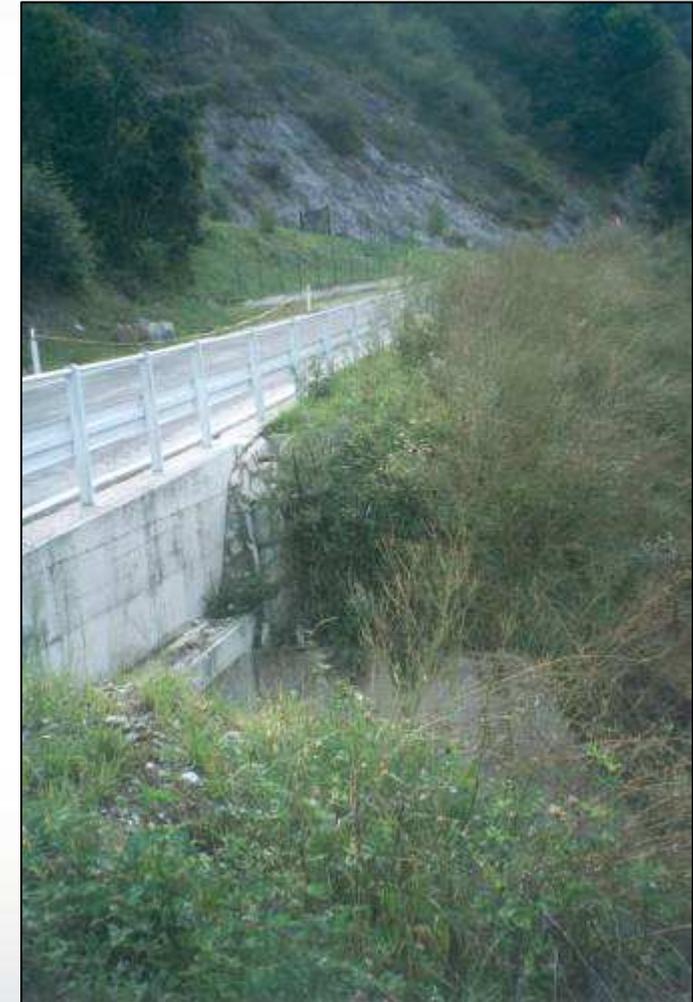
Ripristino della frana prospiciente l'area di sosta del Grontone (2003-2004)



MOGGIO (LC) - ITALIA

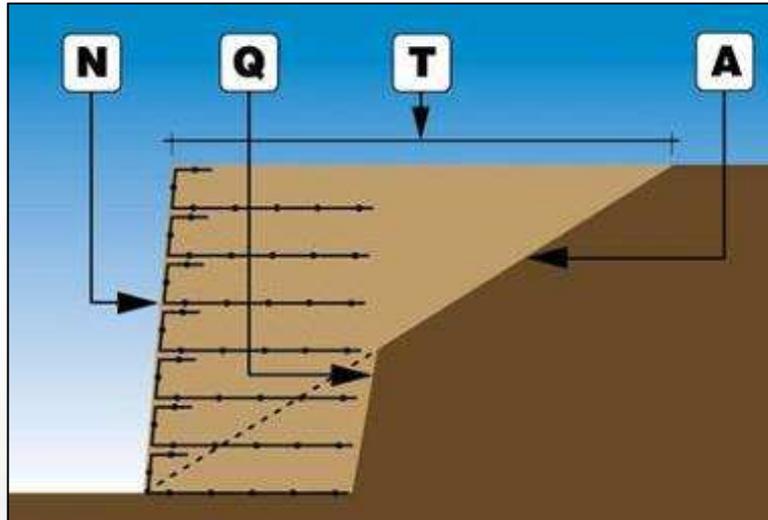


Ripristino della sede stradale a seguito di intenso evento idrogeologico

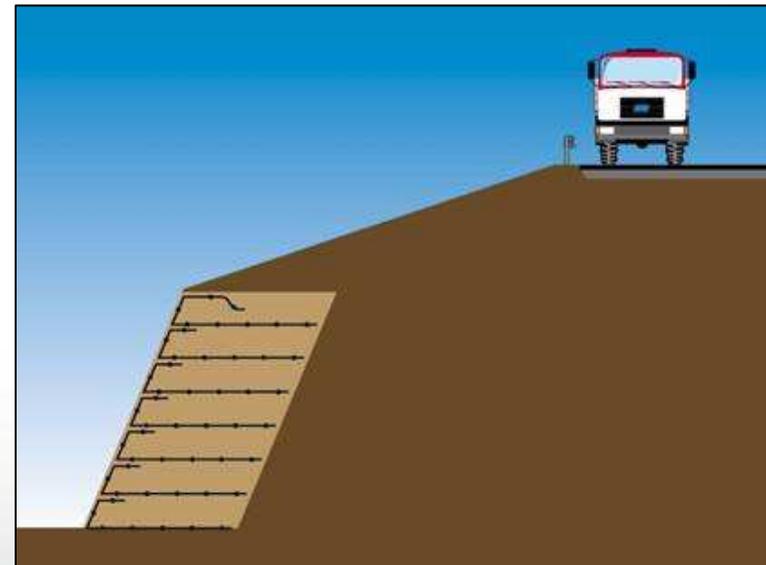




ALLARGAMENTO DELLA CRESTA DI UN PENDIO



- A – Profilo originale
- N – Pendio rinforzato
- Q – Taglio nel pendio
- T – Aumento di spazio



RINFORZO MURI DI CONTROSCARPA



AREZZO (AR) - ITALIA



Ripristino e allargamento in cresta di un pendio per la realizzazione di nuovo un parcheggio dopo il crollo per un fenomeno alluvionale intenso



VIGANO' (LC) - ITALIA



TENAX SpA: ampliamento in cresta di un pendio per la realizzazione di un piazzale per lo stoccaggio materiale





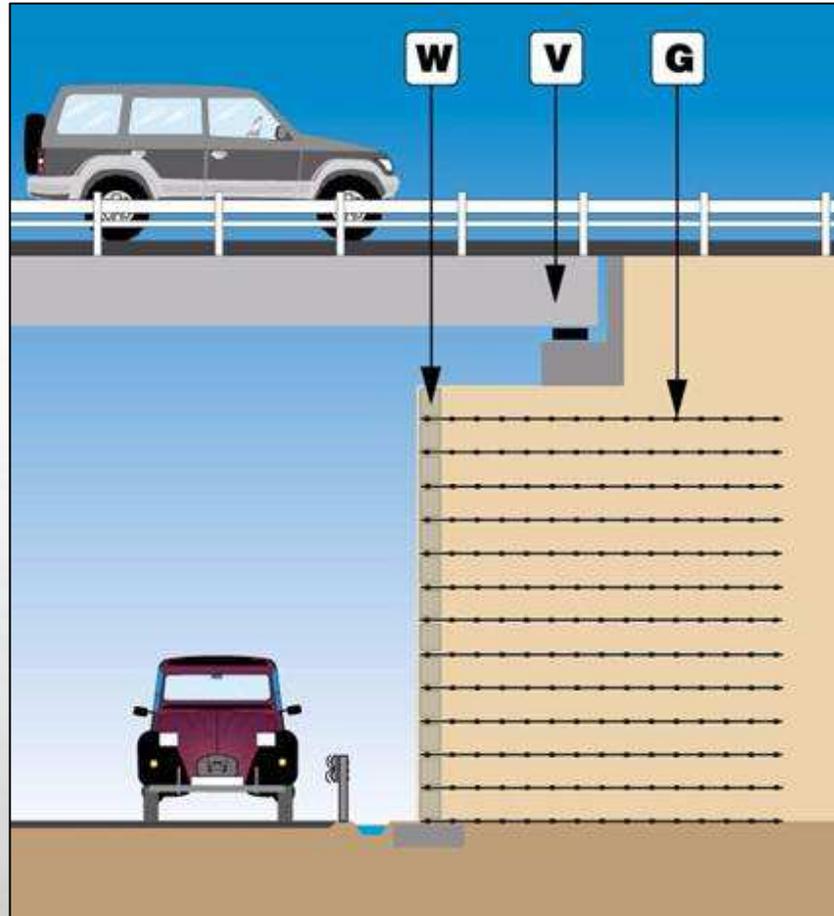
COCQUIO (VA) - ITALIA



Rinforzo dei muri di controscarpa per la realizzazione del nuovo tratto della S.P. 1



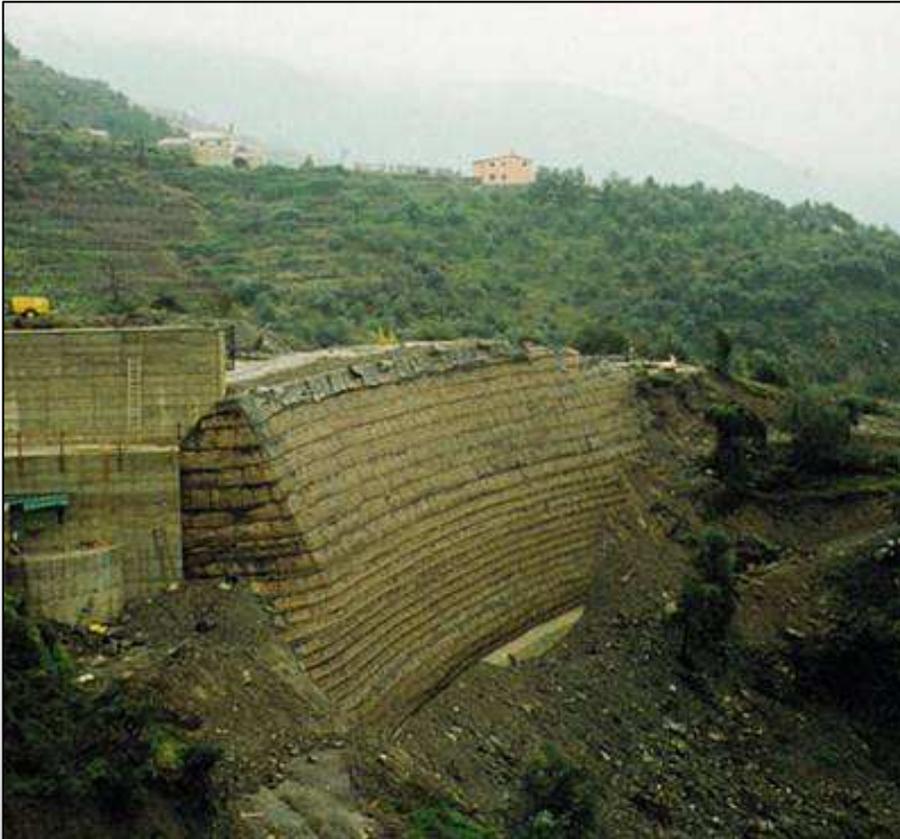
RINFORZO DI MURI D'ALA E SPALLE DI PONTI



- G – Geogriglie TENAX
- V – Spalla del ponte
- W – Facciata del muro



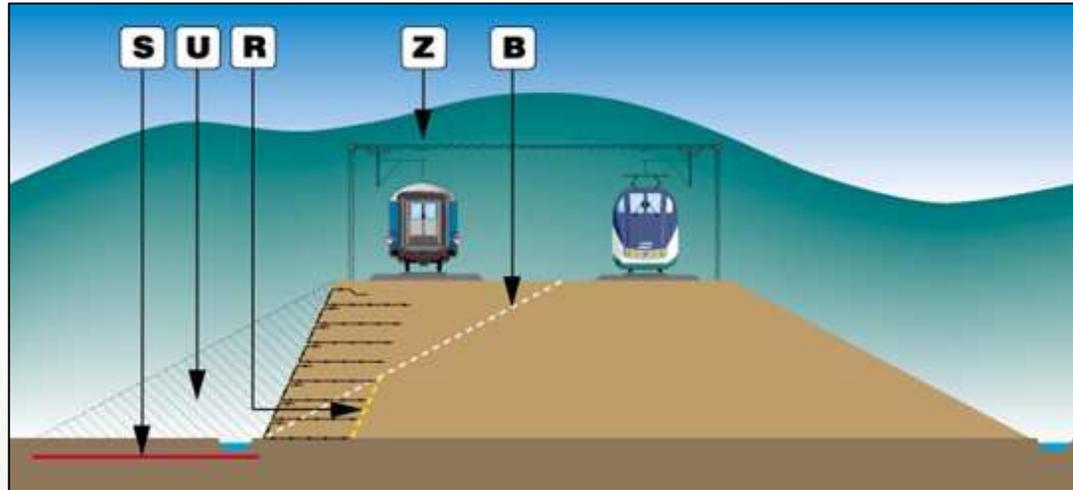
LEVANTO (SP) - ITALIA



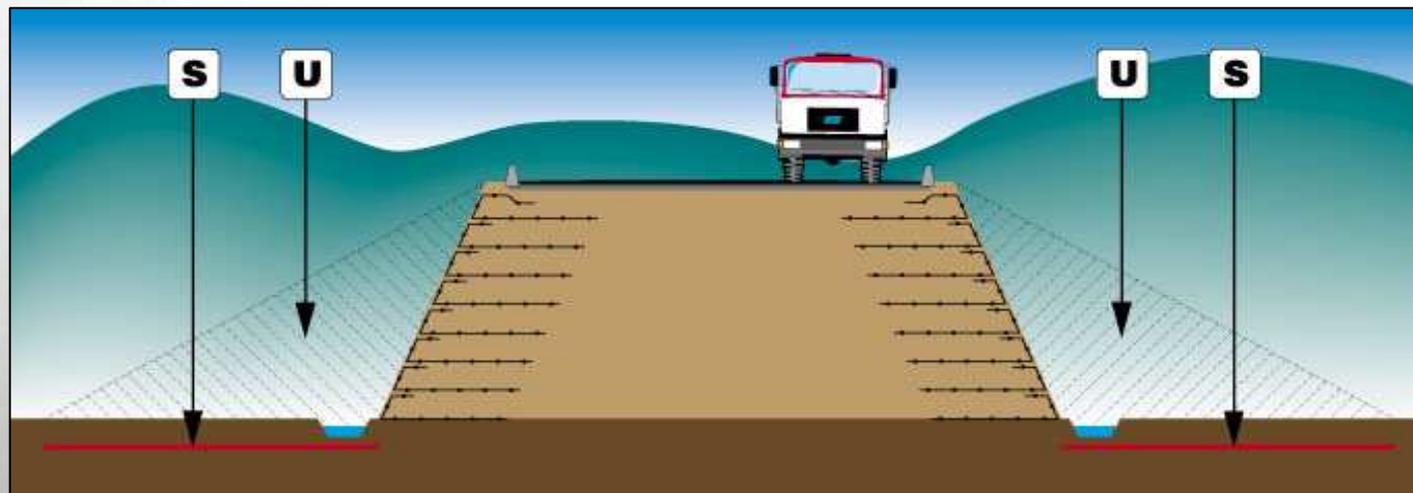
Muro d'ala di accesso ad un cavalcavia



RILEVATI FERROVIARI E STRADALI



- B – Profilo originale del rilevato
- R – Profilo di sbancamento
- S – Riduzione occupazione ed espropri
- U – Riduzione materiale di riempimento
- Z – Nuova linea ferroviaria

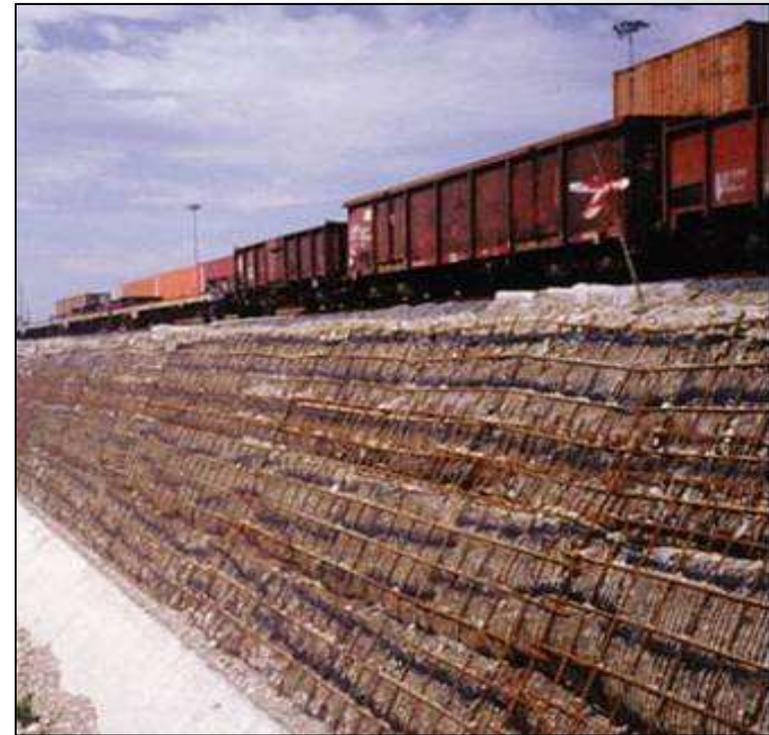




RILEVATI FERROVIARI



BLS Niederbottigen (BE) SVIZZERA



JESI (AN) ITALIA



RILEVATI STRADALI



Raddoppio A32 - Frejus



GRA: terza corsia



BORGHESIANA (ROMA) – ITALIA

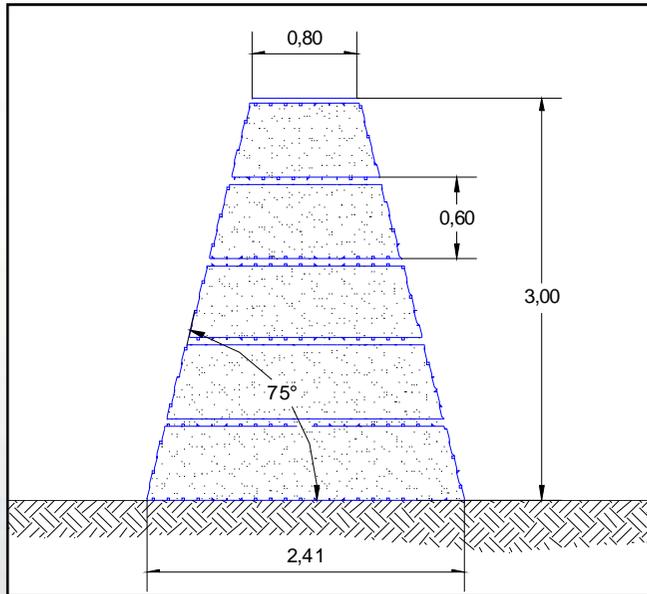


Realizzazione strade di collegamento
per un nuovo quartiere residenziale

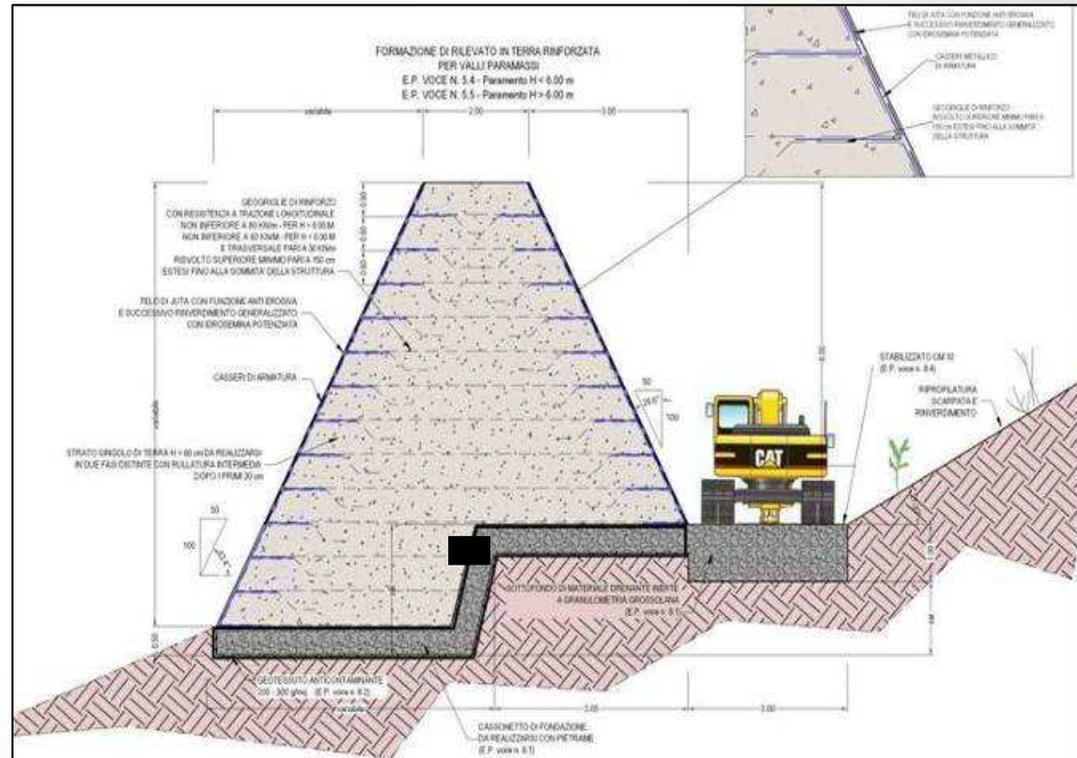




RILEVATI A DOPPIA FACCIA

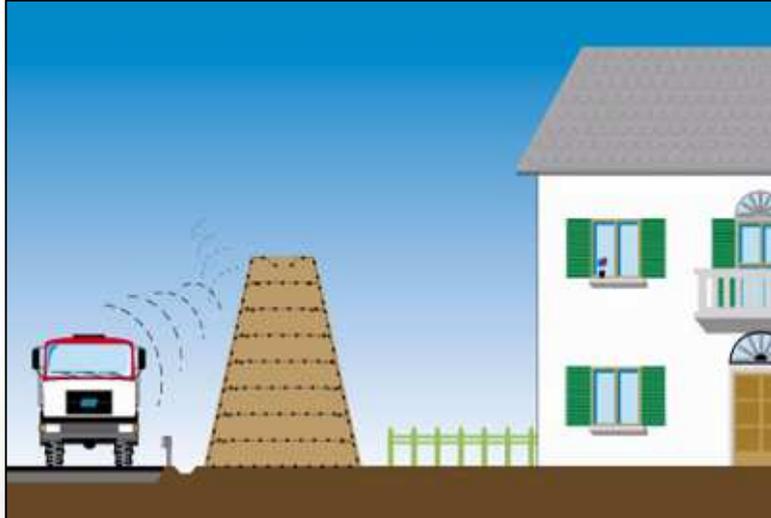


Sezioni tipo





BARRIERE FONOASSORBENTI



Tangenziale di Pavia EST: duna anti-rumore



A14 Bologna: barriera fonoassorbente in trincea



RILEVATO PARAMASSI

Valle Aurina (Bz) – Italia

Rilevato paramassi h 21 m / 165 ml





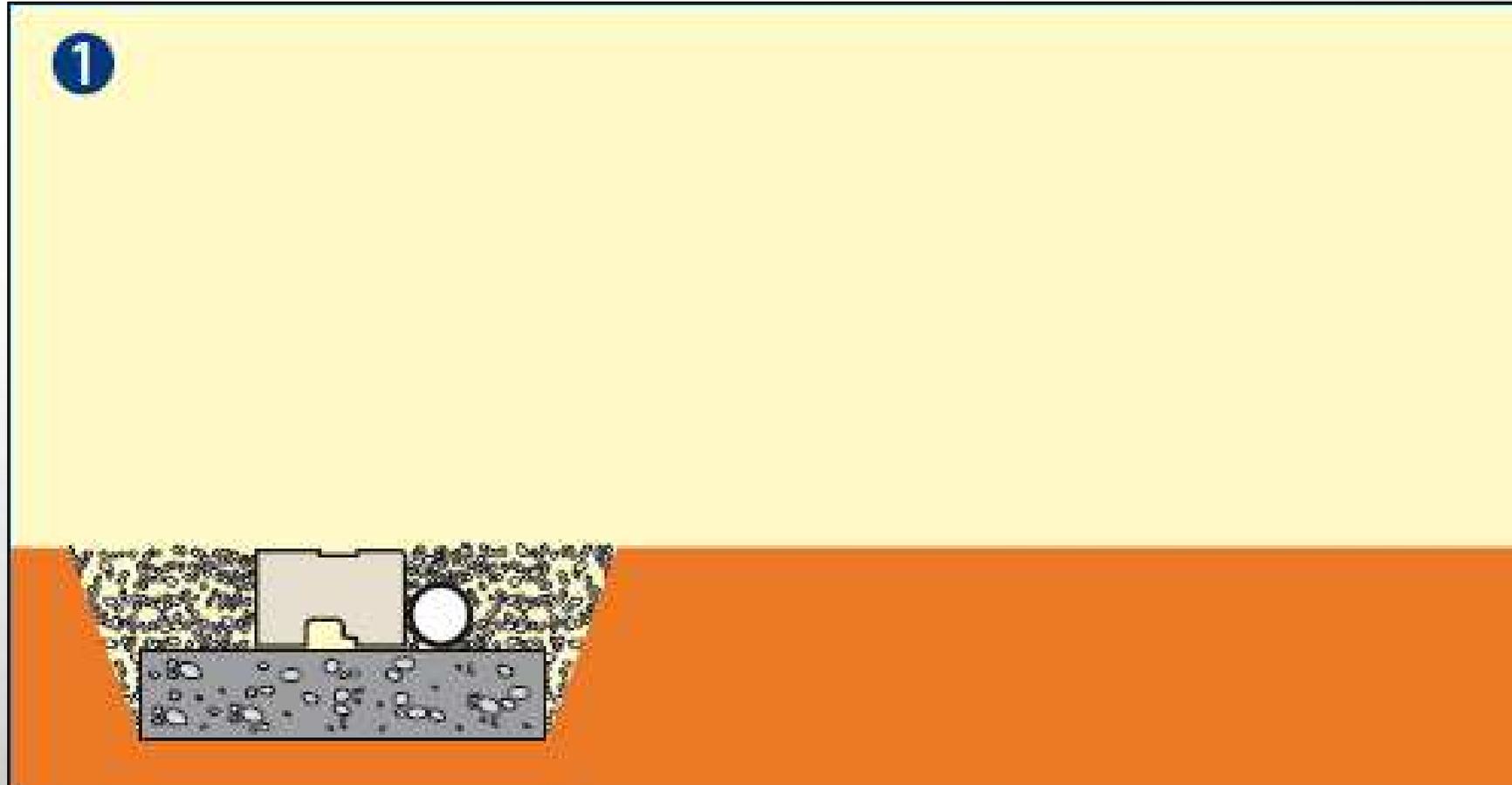
TENAX T-BLOCK – ELEMENTI COSTITUTIVI

1. Elemento di rinforzo: geogriglie in HDPE a giunzione integrale
2. Elemento di facciata: blocco modulare in CLS
3. Elemento di connessione: connettori T-Clip

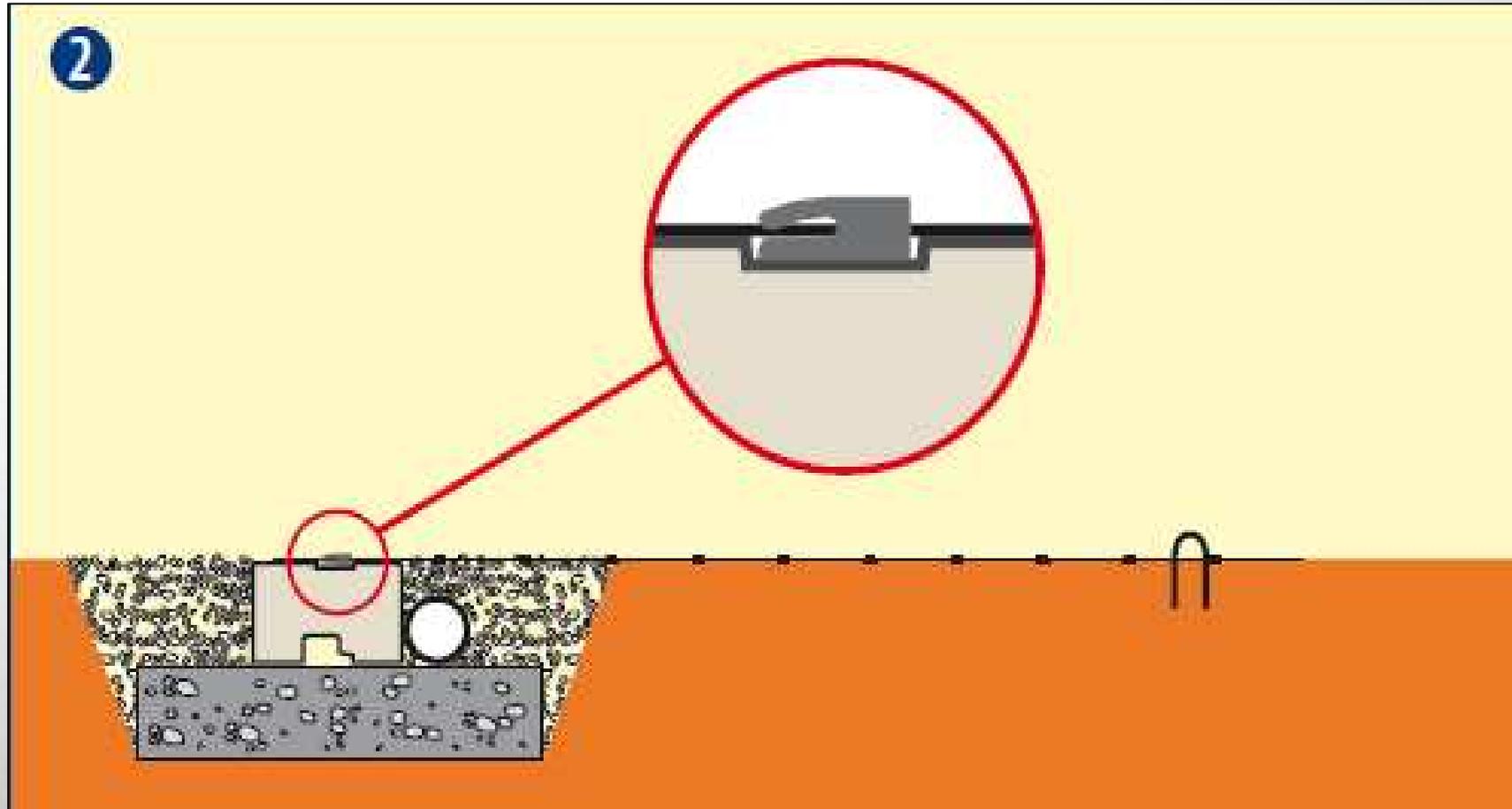




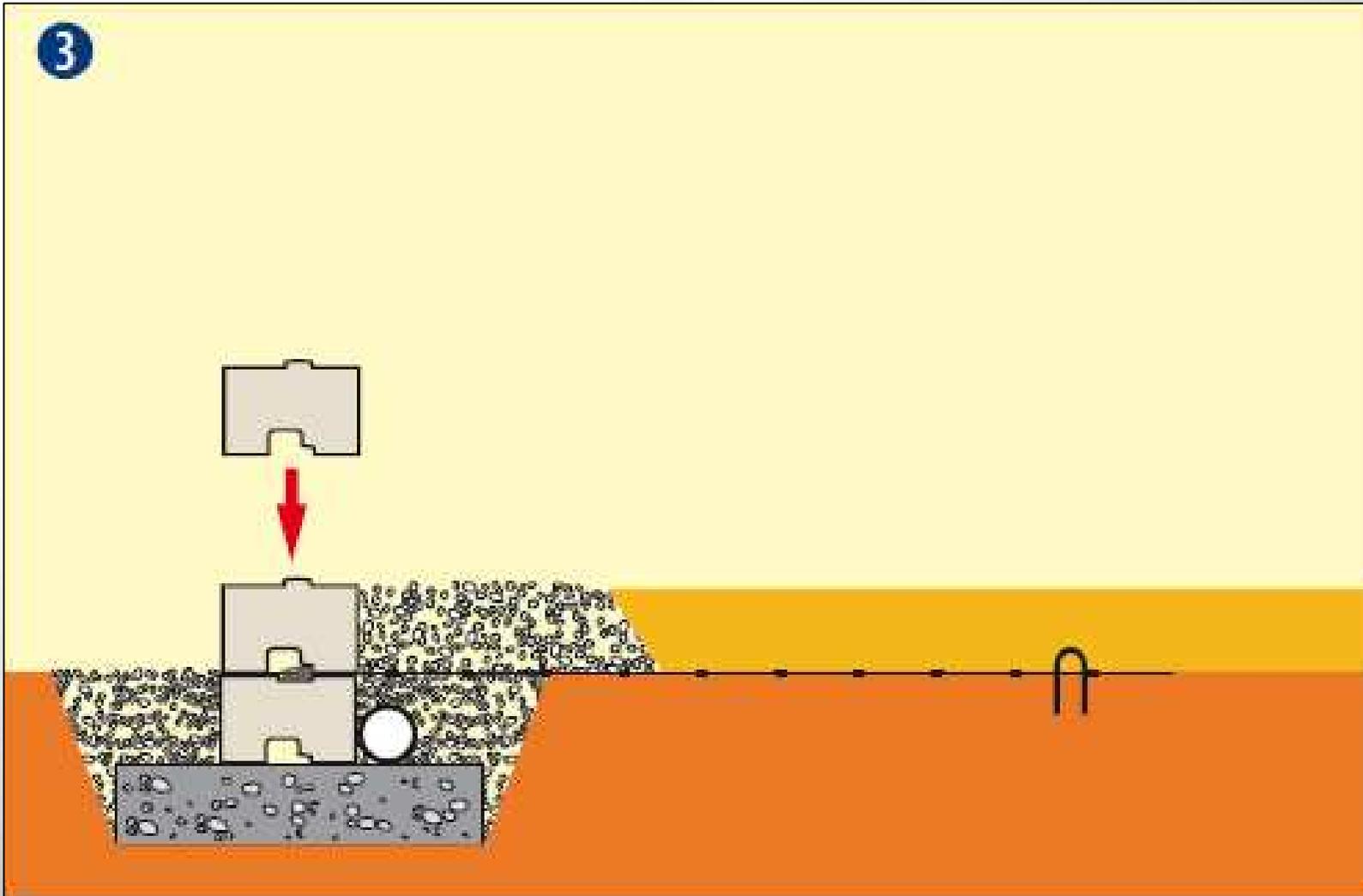
PROCEDURE DI POSA





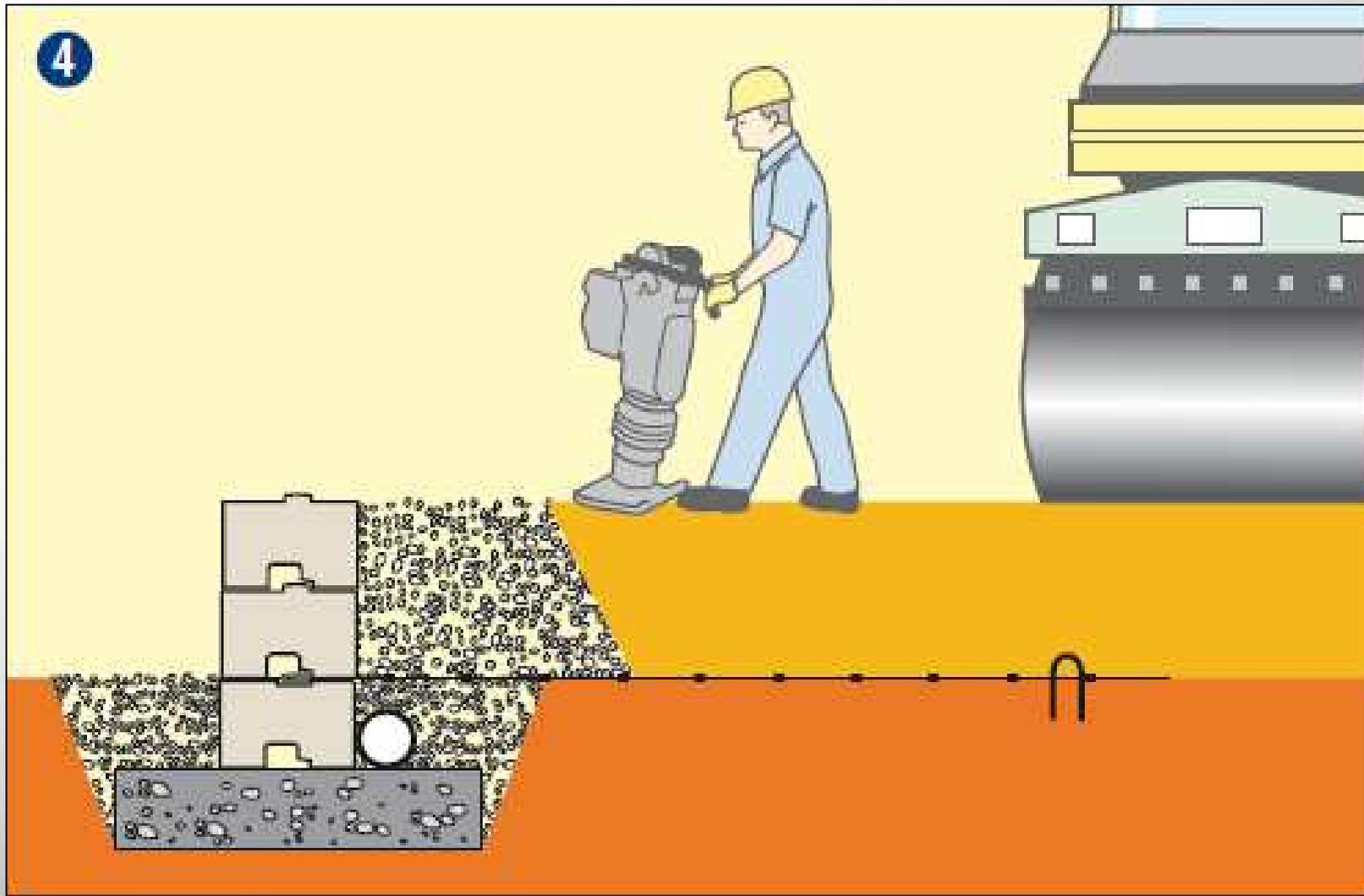
















RAMPA DI ACCESSO – PONTOGLIO (BS) – 2008



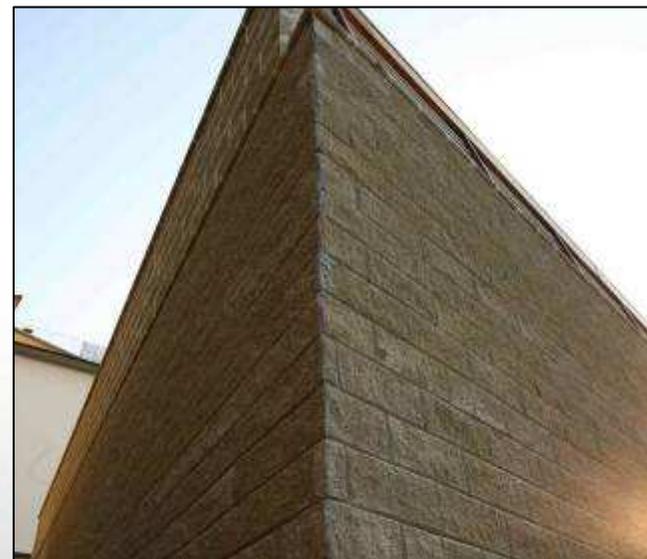


MURO DI CONFINE PER MITIGAZIONE INQUINAMENTO ACUSTICO – ARGENTA (FE) – 2009





OPERA PUBBLICA – MONTESPERTOLI (FI) – 2009





SISTEMA MURO/TERRA RINFORZATA – POTENZA (PZ) - 2009





MURI D' ALA – NUOVA DHELI, INDIA – 2001



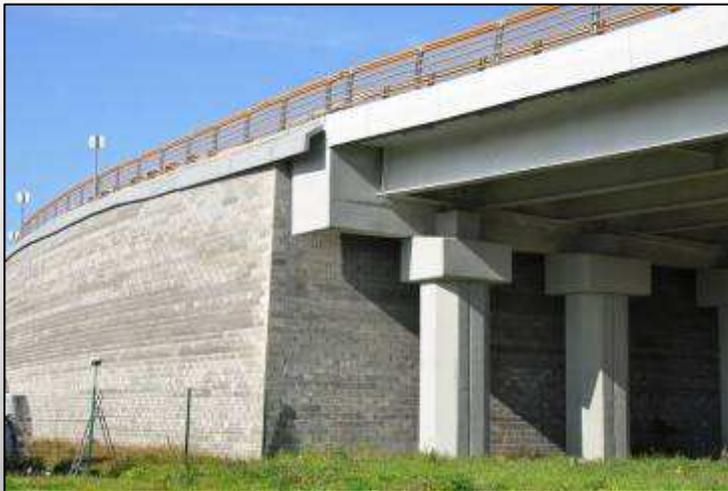


MURI D' ALA E SPALLE DI PONTE – SAN PIETROBRURGO, RUSSIA – 2007



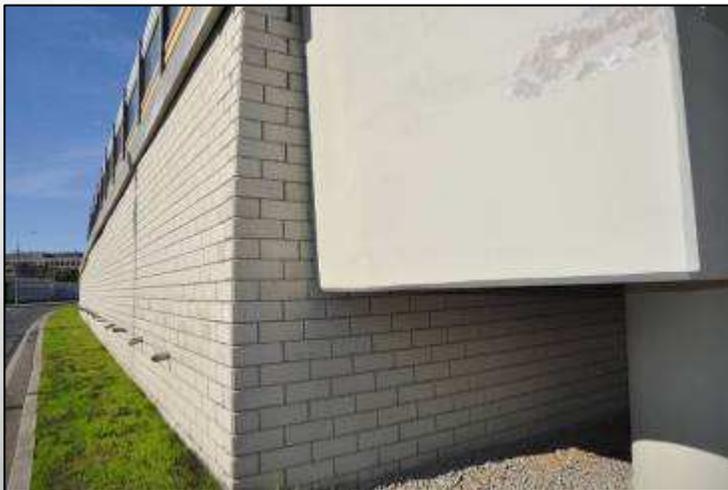


MURI D' ALA – SAN PIETROBRURGO, RUSSIA – 2008





MURI D' ALA – SAN PIETROBRURGO, RUSSIA – 2009



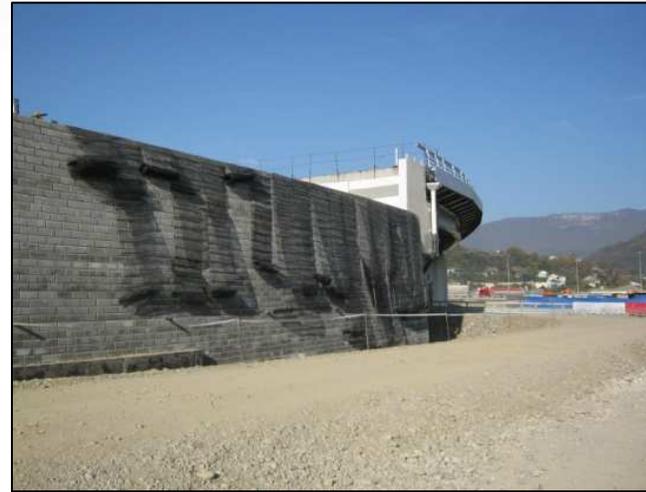


MURI D' ALA (DETTAGLI POSA) – SOCHI, RUSSIA – 2010





MURI D' ALA – SOCHI, RUSSIA – 2010





MURI D' ALA E SPALLE DI PONTE – SOCHI, RUSSIA – 2010





CASE HISTORIES – SVINCOLO PADOVA EST (PD) – ITALIA

Rampa di svincolo con sistema Muro Forte



Rampa di svincolo con sistema Tenax River



SVINCOLO PADOVA EST – SISTEMA TENAX RIVEL





SVINCOLO PADOVA EST – SISTEMA TENAX MURO FORTE





SVINCOLO PADOVA EST – SISTEMA TENAX MURO FORTE





GRAZIE PER L'ATTENZIONE