



Città di Padula

Provincia di Salerno

Interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico e consolidamento distacco parti
rocciose in località "Petrara"
CUP: C34H20001030001

Responsabile Procedimento	
Dott. Angelo D'Aniello	
Progettazione Definitiva/Esecutiva:	Rilievo Geometrico 3D e Geostrutturale:
Ing. Michele Tamburini	Geol. Umberto Del Vecchio
Piano della Sicurezza:	Supporto al RUP:
Ing. Gabriele Petroccelli	Ing. Vincenzo D'Addessio
Relazione Geologica	Collaudo Tecnico/Amministrativo:
Geol. Marcello Ferrigno	Ing. Angelo Maiorino

Rilievi Geometrico Tridimensionale e Geostrutturale			
Rilievo Geostrutturale:		Rilievo Geometrico Tridimensionale:	
Geol. Umberto Del Vecchio		Ing. Maria Danzi	
N. Elaborato:	Titolo elaborato:	Rev:	Data:
A.08	A - elaborati generali	01	16.03.2022
	Relazione sui materiali interventi geotecnici di difesa attiva		
		Scala:	/

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito le principali normative di riferimento:

- DM Infrastrutture 17 Gennaio 2018 – “NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018”
- Circolare esplicativa 21 Gennaio 2019, n°7, C.S.LL.P..
- O.P.C.M. 3519/2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.
- L.18/05/1989 n° 183 “Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico” e art. 17, comma 6 “Interventi sulla rete idrografica e sui versanti”, Norme di Attuazione.
- PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO, – Autorità di Bacino Campania Sud:
- “LINEE GUIDA PER LO STUDIO DI VERSANTI IN ROCCIA” Autorità di Bacino regionale della Campania Centrale
- AICAP, (1993): Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni AICAP

2. CARATTERISTICHE MATERIALI

SISTEMA DI PROTEZIONE CORTICALE

A seguito dei calcoli e delle considerazioni effettuate nelle pagine precedenti, emerge che per mettere in sicurezza la scarpata, sarà necessario prevedere un intervento di rafforzamento corticale con le proprietà che vengono qui di seguito riassunte.

Intervento di rafforzamento corticale realizzato mediante chiodature con maglia 3,0x3,0 m con barre in acciaio barre a filettatura continua tipo Dywidag diam. 26,5 mm aventi lunghezza minima pari a 3,0 m al fine di consolidare le pareti rocciose e la stesa di un rivestimento flessibile ad alta resistenza e ad elevata durabilità (geocomposito), costituito da rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale tipo 8x10.

Il geocomposito sarà tessuto con trafilato di acciaio avente un diametro pari a 2.70/3.70 mm (diam. int./est.), conforme a UNI EN 10223-3, galvanizzato con Galmac (lega eutettica di Zinco – 5% Alluminio) in conformità a UNI EN 10244-2 Classe A e successivamente rivestito in PVC in conformità a UNI EN 10245-2. La rete metallica, in rotoli di larghezza pari a 3.0 m, è tessuta con l'inserimento, direttamente in produzione, di funi di acciaio con anima metallica con grado non inferiore a 1770 N/mm² (UNI EN 12385-2) aventi un diametro pari a 6/8 mm (diam. int./est.) (UNI EN 12385-4), galvanizzate con Galmac (lega eutettica di Zinco – 5% Alluminio) in conformità a UNI EN 10264-2 Classe A e successivamente rivestite in PVC

La protezione anticorrosiva della rete sarà tale da non presentare tracce di ruggine rossa a seguito di un test di invecchiamento accelerato in nebbia salina (test in accordo a UNI EN ISO 9227) per un tempo di esposizione minimo di 6000 ore e tale da garantire una vita utile del prodotto non inferiore a 120 anni in un ambiente di categoria C5 (ISO 9223). Le funi sono inserite longitudinalmente lungo i bordi del telo di rete e all'interno delle doppie torsioni con una spaziatura nominale pari a 50 cm.

Il geocomposito metallico avrà una resistenza a trazione longitudinale nominale non inferiore a 150 kN/m, con una deformazione massima non superiore a 8%. La rete sarà caratterizzata da una resistenza a punzonamento nominale non inferiore a 170 kN, quando testata in accordo a UNI 11437.

Il geocomposito metallico sarà fissato alla sommità ed al piede della parete rocciosa alla predisposta struttura di contenimento (ancoraggi e funi da compensare a parte), mediante l'applicazione di morsetti con una protezione anticorrosiva tale da non presentare tracce di ruggine rossa, a seguito di un test di invecchiamento accelerato in nebbia salina (test in accordo a UNI EN ISO 9227), su una superficie maggiore del 5% per un tempo di esposizione minimo di 600 ore. Gli ancoraggi saranno dotati di speciale piastra di ripartizione in acciaio S235JR (EN 10025-2) di dimensioni 250x250x8 mm, zincate a caldo in accordo a UNI EN ISO 1461 (da computarsi a parte). I teli di rete dovranno essere legati tra loro ogni 15-20 cm mediante false maglie in filo di acciaio inox ad alta resistenza (1500 N/mm²) con un diametro minimo di 4.0 mm.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo notificato ai sensi del CPR 305/2011, terzo ed indipendente, tramite Certificato di Costanza delle Prestazioni.

Il Sistema Qualità della ditta produttrice dovrà essere inoltre certificato in accordo alla ISO 9001 da un organismo terzo indipendente.



Deformazione al punzonamento con carico di 50kN	Carico di punzonamento limite	Deformazione limite al punzonam.	Resistenza a trazione longitudinale nominale
<330 mm	155 ±12 kN	400 ±50 mm	180 ±10 kN/m

ANCORAGGIO FUNI MEDIANTE TIRANTI PASSIVI

Gli ancoraggi, o tiranti, sono elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione, in virtù di un'adeguata connessione al terreno. Con riferimento allo schema riportato in Figura - Rappresentazione schematica tirante di ancoraggio secondo la norma UNI EN 1537, gli elementi caratterizzanti un ancoraggio sono:

3. testata: indica l'insieme degli elementi atti a trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
4. fondazione: indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo a quest'ultimo la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera.

L'elemento strutturale, al quale è affidato il compito di trasmettere la forza di trazione, può essere costituito da barre, fili o trefoli.

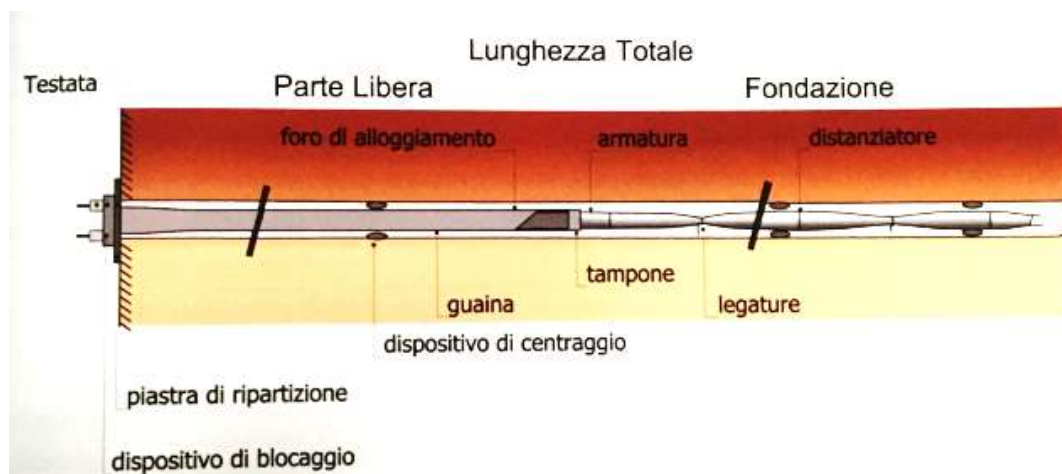


Figura - Rappresentazione schematica tirante di ancoraggio secondo la norma UNI EN 1537

Nella parte libera, questi elementi sono protetti da una guaina, che può risultare unica per tutti gli elementi, singola per ciascun elemento o composta, ossia una guaina per ogni elemento, più una guaina per l'insieme di tutti gli elementi. La stessa fondazione può essere realizzata con o senza guaina. Il dispositivo di bloccaggio in testata può risultare unico per tutti gli elementi di armatura o può essere multiplo.

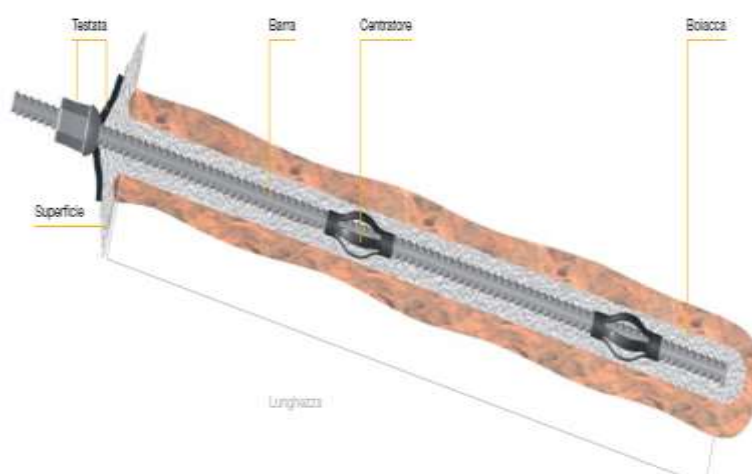
In base alla tensione iniziale applicata, si distingue tra: *tiranti attivi*, come possono essere i tiranti presollecitati, se la forza di tesatura iniziale è superiore a quella di utilizzazione, e parzialmente presollecitati se la tesatura iniziale non supera il valore di utilizzazione; *tiranti passivi*, se nell'armatura del tirante non viene indotta alcuna forza di tesatura.

Un importante distinzione viene, inoltre, operata in base alla durata in esercizio dei tiranti. Se essi vengono impiegati con funzione permanente è necessario adottare tutti gli accorgimenti atti a garantire la durabilità e l'efficienza, predisponendo un piano di monitoraggio con possibilità di successivi interventi o eventuale sostituzione.

Aderenza e capacità portante dei chiodi devono essere verificate da prove di idoneità. In caso di roccia fessurata o terreno estremamente permeabile si può ricorrere ad una perforazione rivestita.

Gli ancoraggi delle funi di ancoraggio verranno realizzati mediante barre di acciaio Dywidag alloggiare in perfori di diametro 60 mm.

Le barre sono centrate nei fori mediante distanziatori. Quindi la perforazione è iniettata con boiacca di cemento partendo dal fondo a risalire per l'intera lunghezza. La boiacca crea un ancoraggio per aderenza colla barra a filettatura continua e colle pareti del foro.



Dati tecnici

Bulloni da roccia DYWIDAG in acciaio da precompressione

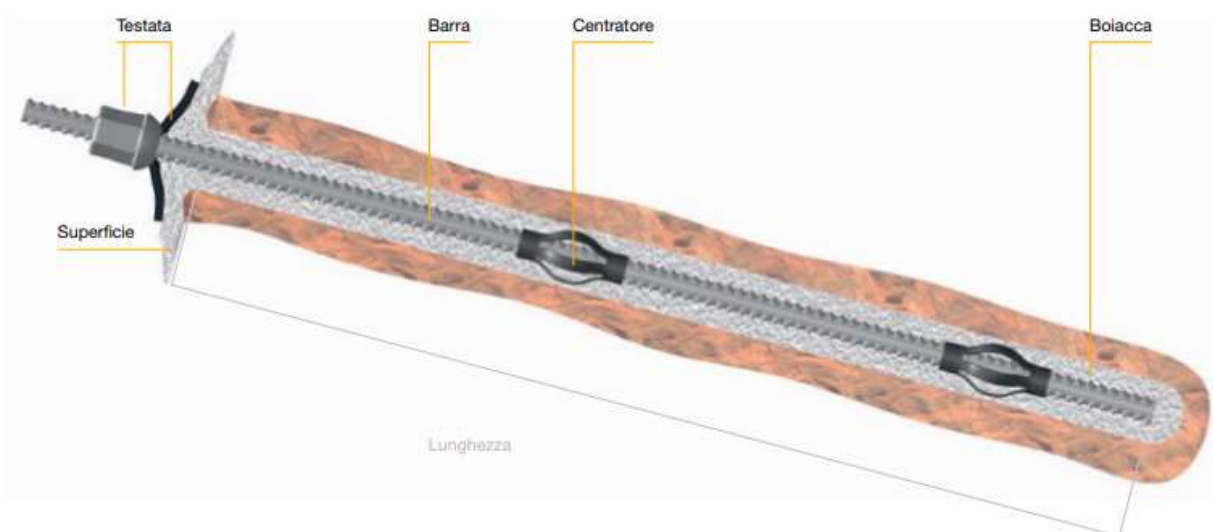
Diametro nominale \varnothing [mm]	Tensione snerv. / rottura $f_{0,1k}/f_{pk}$ [N/mm ²]	Sezione trasversale A [mm ²]	Carico snervamento $F_{p0,1k}$ [kN]	Carico ultimo F_{pk} [kN]	Peso [kg/m]	Peso DCP [kg/m]	Omolog.
16	990/1.100	177	159	195	1.30		
26.5	950/1.050	552	525	580	4.48	7.4	
32	950/1.050	804	760	845	6.53	9.8	

○ Germania: Z-20.1-106 Sistema chiodi DYWIDAG
 × Austria: BMVT-327.120/0022-II/ST 2/ GEWI® Plus chiodi
 △ Germania: Z-20.1-17 DYWIDAG Tiranti permanenti a barre

Barre DYWIDAG

Generalità

Le chiodature DYWIDAG sono un sistema passivo atto a stabilizzare pendii, scavi e pareti rocciose come pure muri di sostegno con deformazioni contenute. Il sistema portante differisce in modo significativo da quello dei tiranti attivi e dai micropali a trazione. Nel caso delle chiodature la capacità portante del terreno è incrementata dai chiodi stessi. Il terreno è inchiodato in zone stabili poste in sicurezza rispetto alla superficie di scorrimento. Le Forze di trazione e taglio agiscono sui chiodi che vanno installati a distanze ridotte tra loro. I chiodi non agiscono singolarmente, ma come insieme completo. Per stabilizzare il fronte del pendio occorre realizzare una superficie stabile connettendola colla chiodatura. Si possono utilizzare shotcreting, elementi prefabbricati, reti o geotessuti. Per leggeri pendii si può prevedere di riqualificare la superficie con nuova vegetazione. Le barre sono centrate nei fori mediante distanziatori. Quindi la perforazione è iniettata con boiacca di cemento partendo dal fondo a risalire per l'intera lunghezza. La boiacca crea un ancoraggio per aderenza colla barra a filettatura continua e colle pareti del foro. Aderenza e capacità portante dei chiodi devono essere verificate da prove di idoneità. In caso di roccia fessurata o terreno estremamente permeabile si può ricorrere ad una perforazione rivestita.



Le barre sono prodotte mediante laminazione a caldo, successiva tempera col calore stesso di laminazione, stirate e rinvenute. Le barre hanno sezione circolare in acciaio di qualità Y 1050 secondo prEN 10138-4. Le barre a filettatura continua sono disponibili in lunghezze di laminazione sino a 18 m e possono essere tagliate a misura prima dell'invio in cantiere.

Barre a filettatura continua

Le barre a filettatura continua sono disponibili nei diametri 17.5, 26.5, 32, 36, 40 e 47 mm. Le barre a filettatura continua sono dotate di nervature laminate a caldo sincronizzate a formare una filettatura destrorsa sull'intera lunghezza della barra. La barra può essere tagliata in qualunque punto risultando sempre avvitabile. Le barre a filettatura continua sono individuate dal diametro nominale e dalla sigla WR, ad es. 26 WR.



Dati tecnici

Diametro nominale Ø	Tensione snerv. / rottura $f_{0.1k}/f_{pk}$	Sezione trasversale A	Carico snervamento $F_{p0.1k}$	Carico ultimo F_{pk}	Peso	Peso DCP	Omolog.
[mm]	[N/mm ²]	[mm ²]	[kN]	[kN]	[kg/m]	[kg/m]	
15	900/1.100	177	159	195	1.39	–	
26.5	950/1.050	552	525	580	4.48	7.4	
32	950/1.050	804	760	845	6.53	9.8	△

- Germania: Z-20.1-106 Sistema chiodi DYWIDAG
 × Austria: BMVIT-327.120/0022-II/ST 2/ GEW[®] Plus chiodi
 △ Germania: Z-20.1-17 DYWIDAG Tiranti permanenti a barre

Barre a filettatura continua							
Codice			18 WR	26 WR	32 WR	36 WR	40 WR
Diametro nominale	d _s	[mm]	17.5	26.5	32	36	40
Area	S _n	[mm ²]	241	552	804	1018	1257
Peso teorico per metro ¹	M	[kg/m]	1.96	4.48	6.53	8.27	10.20
Passo	c	[mm]	8	13	16	18	20
Carico caratteristico di rottura	F _m	[kN]	255	580	845	1070	1320
Max. forza di tiro iniziale ² P _{m0,max} = S _n × 0.8 × f _{p,k}		[kN]	204	464	676	856	1056
Max. forza sovratensione ³ P _{0,max} = S _n × 0.95 × f _{p0.1k}		[kN]	219	499	722	912	1131

¹ Il peso teorico è incrementato del 3.5% per la parte di filettatura non portante.

² Valori massimi secondo Eurocodice 2, cioè applicando i minimi ($k_1 \times f_{pk}$, $k_2 \times f_{p0.1k}$).

Verifica dei criteri di stabilità e apertura fessure nei load transfer test a $0.8 \times F_{pk}$.

$F_{pk} = S_n \times f_{pk}$

$F_{p0.1k} = S_n \times f_{p0.1k}$

³ La sovratensione è permessa se la forza al martinetto può essere misurata con precisione del $\pm 5\%$ del valore finale della forza di tesatura.

Dati basati sulla Normativa Tedesca (DIN). Possibili adattamenti ad altre norme (ad es. ASTM, BS, etc.) o resistenze del calcestruzzo.

Boiaccia di cemento

Iniezione, fino a rifiuto del foro, con boiaccia di cemento (rapporto in peso acqua/cemento 0.4- 0.5), additivata con prodotti antiritiro (2-4%),

La miscela cementizia iniettata a bassa pressione, normalmente ha la seguente composizione:

- cemento 100 kg
- acqua 50 l
- additivo 0.5-1 kg

Come miscela cementizia si utilizzerà la malta per iniezione ad elevata fluidità per l'ancoraggio di tiranti TR35 della Fassa Bortolo

Composizione

RT 35 è una malta premiscelata a elevata fluidità a base di cemento, silici microfini colloidali a elevata attività pozzolanica e superficie specifica, filler selezionati.

RT 35, nella versione prodotta presso lo stabilimento di Bagnasco, è realizzato con cementi che possono essere definiti "Cementi per lavori eseguiti in aree costiere" ("Prise-mer") regolamentati dalla norma NF P 15-317 (Settembre 2016).

Qualità

RT 35 è sottoposto ad accurato e costante controllo presso i nostri laboratori. Le materie prime impiegate vengono rigorosamente selezionate e controllate.

Dati Tecnici

Peso specifico della polvere	ca. 1.000 kg/m ³
Granulometria	min 95% < 0,1 mm
Acqua d'impasto	34-35%
Densità prodotto fresco	ca. 1.950 kg/m ³
Tempo di inizio presa a 20°C	> 6 ore
Tempo di fine presa a 20°C	< 14 ore
Resa	ca. 1.450 kg di polvere per ottenere 1 m ³ di malta bagnata
Normativa di riferimento	Conforme alla EN 447 (Boiaccia per cavi di precompressione)

Le prestazioni sottoriportate sono ottenute impastando il prodotto con 34,5% di acqua in ambiente a temperatura e umidità controllata (20+/-1°C e 60+/-5 U.R.)

	Metodo di prova	Prestazioni prodotto
Fluidità iniziale	EN 445 (metodo del cono)	≤ 25 s
Fluidità dopo 30 min	EN 445 (metodo del cono)	≤ 30 s
Fluidità iniziale	EN 445 (metodo del flow)	180-200 mm
Fluidità dopo 30 min	EN 445 (metodo del flow)	170-190 mm
Essudamento	EN 445 (prova con stoppino)	≤ 0,1%
Variazione di volume	EN 445 (prova con stoppino)	≤ 0,5%
Resistenza a compressione a 1 gg	EN 196	≥ 12 N/mm ²
Resistenza a compressione a 7 gg	EN 196	≥ 33 N/mm ²
Resistenza a compressione a 28 gg	EN 196	≥ 40 N/mm ²
Modulo elastico in compressione	EN 13412 - metodo 2	≥ 12.000 MPa

I dati riportati si riferiscono a prove di laboratorio; nelle applicazioni pratiche di cantiere questi possono essere sensibilmente modificati a seconda delle condizioni di messa in opera. L'utilizzatore deve comunque verificare l'idoneità del prodotto all'impiego previsto, assumendosi ogni responsabilità derivante dall'uso. La ditta Fassa si riserva di apportare modifiche tecniche, senza alcun preavviso.

Specifiche tecniche in merito all'uso di prodotti Fassa Bortolo in ambito strutturale o antiriscaldamento, avranno carattere di ufficialità solo se fornite da "Assistenza Tecnica" e "Ricerca Sviluppo e Sistema Qualità" di Fassa Bortolo. Qualora necessario, contattare il servizio di Assistenza Tecnica del proprio paese di riferimento (IT: area.technical@fassabortolo.com, ES: asistencia.technical@fassabortolo.com, FR: bureau.technical@fassabortolo.fr, PT: assistencia.technical@fassabortolo.com).

Si ricorda che per i suddetti prodotti è necessaria la valutazione da parte del professionista incaricato, secondo le normative vigenti.

