

Revisione

Rev. C - 31 agosto 2015

**ISTRUZIONE OPERATIVA**

**TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE**



Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA

**INSTALLAZIONE e MANUTENZIONE  
TIRANTI di ANCORAGGIO  
per uso geotecnico**

**TIRANTI PERMANENTI  
ISTRUZIONI OPERATIVE**

**Revisione 'C' - 31.08.2015**

Emesso da : Responsabile Tecnico

Approvato da : Direzione Aziendale

Firma .....

Firma .....

Revisione Rev. C – 31 agosto 2015	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--------------------------------------	--	---

Il presente fascicolo riporta, in allegato, stralcio della descrizione della **componentistica di assemblaggio** e delle principali **istruzioni operative** per la realizzazione di **tiranti**, di **tipo permanente**, oggetto di fornitura.

Per quanto non espressamente citato e/o descritto nel seguito, nonché per i necessari approfondimenti, si rimanda al :

**Manuale tecnico tiranti di ancoraggio per uso geotecnico  
tiranti a trefoli di tipo permanente**

che si intende espressamente ed integralmente **richiamato**.

**N.B.** Il fascicolo integrale è disponibile su richiesta, in formato PDF, presso la scrivente DECA srl ed è scaricabile on-line dal sito [www.decanet.it](http://www.decanet.it)

#### **Definizione di Tirante ‘PERMANENTE’**

Tirante destinati a garantire le prestazioni nel corso della vita nominale della struttura e con vita utile di progetto superiore ai 2 anni (UNI.EN.1537/2013--3.1.18)

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

## Indice argomenti

### estratto da cap. 5 = componentistica assemblaggio tiranti permanenti

Trefoli  
 Testate metalliche di ancoraggio  
 Guaine corrugate  
 Guaine lisce  
 Tubo pvc per viplatura trefolo  
 Guaine termo restringenti  
 Sacco Otturatore  
 Tampone di separazione  
 Distanziatori interni  
 Centratrici per materiali lapidei e terreni incoerenti  
 Puntali  
 Tubi iniezione bassa pressione  
 Tubi di sfiato  
 Tubi pvc valvolati (manchettes) A/R per iniezione ad alta pressione :  $\varnothing=15 \times 21$   
 Tubi pvc valvolati (manchettes) per iniezione ad alta pressione :  $\varnothing=27 \times 33.3$   
 Pistoncini di iniezione  
 Copribloccaggio  
 Dispositivo protezione anticorrosiva sottoplastra  
 Dispositivo protezione anticorrosiva testata metallica (cap di protezione)  
 Grasso Passivante (prodotto conforme a norma ETAG 013)

### estratto da cap. 7 = Controllo / accettazione da parte del cliente

Stoccaggio di cantiere

### estratto da cap. 9 = Operazioni e lavorazioni di cantiere

Messa in opera  
 Operazioni di iniezione / Raccomandazioni operative per esecuzione iniezioni cementizie  
 Operazioni di iniezione / Tipologie e modalita' di iniezione  
 Operazioni di iniezione / Sequenze operative per iniezioni ripetute in pressione (I.R.+I.R.S.)  
 Operazioni di iniezione / Miscele di iniezione  
 Procedura di tensionamento

## 5.1) TREFOLI

I tiranti per geotecnica prodotti da DECA srl sono realizzati impiegando **trefolo** in **acciaio armonico da 0,6"** tipo c.a.p. reperibile sul mercato italiano ed avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- *Tipo trefolo* = 0,6" standard
- *N° fili* = 7
- *Diametro nominale* = 15,2 mm
- *Sezione nominale* =  $139 \pm 3 \text{ mm}^2$
- *Massa nominale* =  $1085 \pm 25 \text{ g/ml}$
- *Tensione nominale di rottura  $f_{ptk}$*   $\geq 1.860 \text{ Mpa}$
- *Tensione nominale di snervamento  $f_{p(1)k}$*   $\geq 1.670 \text{ Mpa}$
- *Allungamento*  $\geq 3,5\%$
- *Modulo elastico* =  $200.000 \pm 5\% \text{ MPa}$
- $f_{p1k} / f_{ptk}$  = 0,85-0,95

## 5.2) TESTATE METALLICHE di ANCORAGGIO

La testata metallica di ancoraggio trasmette il carico applicato dal tirante alla struttura di contrasto.

E' costituita da

- **dispositivi di bloccaggio**
- **piastra di appoggio**
- **sottopiastra di ripartizione**

Detto elemento consente di realizzare ancoraggi **da 2 a 8 trefoli**, con la possibilità di applicare, pertanto, forze e presollecitazioni variabili **da 300 a 1200kN** in **condizione di esercizio**.

Il tensionamento dei trefoli deve avvenire simultaneamente, con impiego di specifica attrezzatura di tipo oleodinamico, dotata da 2 a 8 martinetti

### DISPOSITIVO di BLOCCAGGIO

E' l'elemento che consente di vincolare il trefolo alla piastra di appoggio e, conseguentemente, di attuare il trasferimento del carico dal trefolo alla piastra medesima.

Il bloccaggio è costituito dall'insieme costituito da **una bussola** (con sede interna troncoconica) e da **una terna di morsetti** (cunei).

I due diversi componenti sono realizzati con l'impiego dei seguenti materiali :

- **bussola** → acciaio **C43** ('+C' - per tempra superficiale - Al $\geq$ 8%) – (Rif. Norma UNI 10083-1)

- **cunei** → acciaio **11SMnPb30** ('+C' – automatico A.V./ S. limitato - Al≥8%) – (Rif. Norma UNI 10277-1)

### **PIASTRA di APPOGGIO**

E' l'elemento che distribuisce il carico alla struttura da contrastare ed è dimensionata per il trasferimento del carico in relazione a direzione di tiro (ortogonale all'asse tirante), superficie d'appoggio e carico assiale centrato.

Nella fattispecie le geometrie realizzate garantiscono idonei coefficienti di sicurezza, rispetto al massimo tiro di esercizio, ove sia garantito l'appoggio della piastra al sottostante supporto (omogeneo, stabile ed adeguatamente resistente), in relazione ad una corona circolare perimetrale di larghezza 30-35mm rispetto al diametro esterno della piastra medesima.

Per la realizzazione viene impiegato il seguente materiale:

- **acciaio S355.J2 (Al≥17%)** -- (rif. Norma UNI 10025-2)

La seguente tabella riporta le geometrie di riferimento per i 7 diversi modelli disponibili, da adottarsi in funzione del tiro previsto (testate a 2..8 trefoli → tiro 300...1200kN)

TESTATE METALLICHE per TIRANTI 300–1200 kN														
ACCIAIO S355.J2 (UNI-EN-10025:2) AL≥17%														
TIPOLOGIA			GEOMETRIA											
Carico ESERCIZIO	Tipo piastra	Acciaio	ØA	ØB	ØC	H1	ØD	α	β	h1	h2	Ø <sub>sp</sub>	S	d
kN	N° fori	tipo	mm	mm	mm	mm	mm	(°)	(°)	mm	mm	mm	mm	mm
300	2	S355.J2	200	90	24,0	20,0	20,0	180	3,0	1,0	3,60	140	30	16,5
450	3	S355.J2	210	100	36,0	25,0	20,0	120	3,0	1,0	3,60	150	30	16,3
600	4	S355.J2	220	100	36,0	25,0	20,0	90	3,0	1,0	3,60	150	35	16,3
750	5	S355.J2	240	120	36,0	30,0	20,0	72	3,0	1,0	3,60	170	35	16,6
900	6	S355.J2	260	140	36,0	35,0	20,0	60	3,0	1,0	3,60	190	35	16,8
1050	7	S355.J2	280	160	36,0	35,0	20,0	51.43	3,0	1,0	3,60	210	35	16,8
1200	8	S355.J2	300	190	36,0	40,0	20,0	45	3,0	1,0	3,60	230	35	12,1
			±2.0	±2.0	±1.0	±1.0	±1.0	±1.0	±0.5	±0.5	±0.5			
TOLLERANZA														

### **SOTTOPIASTRA di RIPARTIZIONE**

E' l'elemento che consente di ripartire, alla struttura di base da contrastare, la sollecitazione trasmessa dalla piastra metallica di appoggio.

Si indicano, a titolo **esemplificativo e non esaustivo**, i **parametri da valutarsi**, a cura di **committente e/o progettista strutturale**, per la definizione del suddetto particolare operativo, in funzione dell'assunzione di

Revisione Rev. C – 31 agosto 2015	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--------------------------------------	--	---

base che la piastra metallica di appoggio è dimensionata e testata per il trasferimento del carico (in modo centrato e simmetrico), attraverso la superficie corrispondente alla corona perimetrale, di larghezza variabile da 30 a 35mm, sulla sottostante sottopiastra di ripartizione.

- tiro massimo di esercizio applicato e trasferito alla sottopiastra
- sollecitazione unitaria trasmessa dalla corona circolare perimetrale della piastra di appoggio
- geometria del foro realizzato
- caratteristiche geometriche e geomeccaniche dell'elemento di supporto da contrastare
- resistenza meccanica dei materiali esaminati
- omogeneità, planarità e continuità delle superficie di appoggio e trasferimento del carico

**NOTA 1) → posizionamento piastra ripartizione metallica**

Le piastre metalliche di appoggio ed i bloccaggi sono dimensionati, testati e garantiti per esercitare la loro funzione statica in condizione geometrica tale per cui **la piastra metallica deve risultare ortogonale all'asse geometrico del tirante**.

Nella suddetta configurazione i **trefoli**, inseriti e passanti attraverso la piastra, presentano la **deviazione angolare massima di 3°** rispetto all'asse longitudinale del tirante medesimo.

Tale **configurazione** deve essere **garantita**, durante la messa in opera, con onere di controllo a cura di **Committente, Utilizzatore, Progettista e Direzione Lavori**.

Per quanto sopra → **il fissaggio della piastra di ancoraggio deve risultare tassativamente perpendicolare all'asse del tirante installato, al fine di evitare possibili sovrasollecitazioni dei trefoli e cattivo funzionamento del tirante.**

**NOTA 2) → dispositivi recupero ortogonalità testate ancoraggio / asse tirante**

In merito alla problematica del posizionamento delle testate di ancoraggio, in funzione dell'inclinazione del supporto e della perforazione eseguita si rileva che la **generalità delle applicazioni comporta che piastra di ripartizione ed eventuale relativa sottopiastra non risultino solitamente ortogonali alla struttura da contrastare**.

In tal caso è **necessario realizzare specifici elementi di distribuzione del tiro** applicato e/o adeguate rettifiche delle superficie delle strutture da contrastare in modo che **la piastra di appoggio risulti sempre posizionata in modo ortogonale all'asse del tirante** posizionato cui offre contrasto.

La **valutazione** di detti dettagli e particolari operativi ricade in capo all'**esclusiva competenza di Committente, utilizzatore, Progettista e Direzione Lavori**.

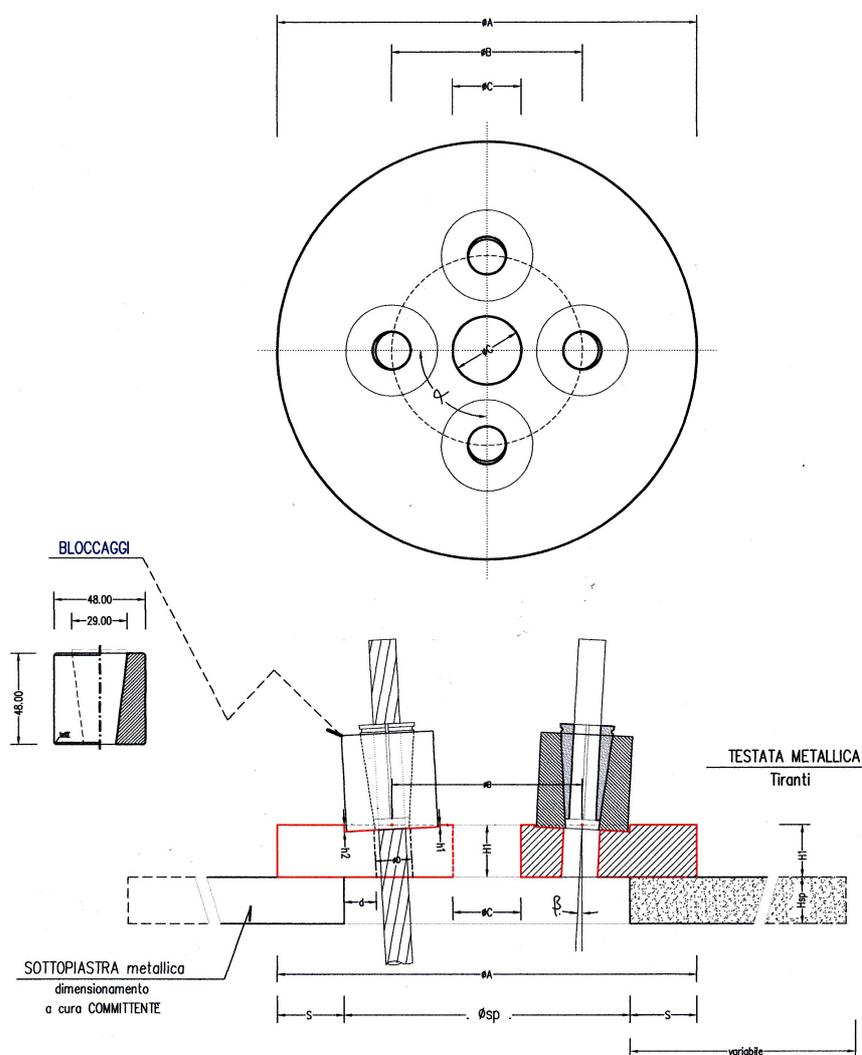
**NOTA 3) → caratteristiche resistenza meccanica piastre di appoggio**

Le testate metalliche di ancoraggio oggetto di fornitura, composte da dispositivi di bloccaggio e piastra di appoggio, rispondenti, rispettivamente, agli schemi esecutivi di cui alle tavole ST.01.A-B (Rev.0 – agg. 10.12.2013) ed ST.02 (Rev. 0 – agg. 10.12.2013), sono state sottoposte a prove statiche di resistenza,

come previsto dalla Linea Guida dell'Organizzazione Europea di Benestare Tecnico (EOTA) ETAG 013 "Post-tensioning kits for pre-stressing of structures".

Le risultanze delle suddette prove, attestanti valore di efficienze del sistema di ancoraggio compresi nel range 96,1%-97,8% e valori di allungamento compresi nel range 3,7%-4,7%, sono documentate da n° 5 certificati emessi dal Laboratorio Prove Materiali Politecnico di Milano (certificati n. 2014/213 + 2014/743 + 2014/744 + 2014/745 + 2014/746 del 18.03.2014) ed attestano la conformità prestazionale dell'elemento alle previsioni di cui alla suddetta norma di riferimento.

Le medesime testate di ancoraggio non sono state sottoposte a prove di fatica, in quanto opzione prevista come facoltativa, dalla citata norma ETAG 013, per impieghi in ambito geotecnico.- Pertanto la prestazione relativa alla caratteristica di resistenza a fatica non risulta determinata.



### **RACCOMANDAZIONI relative alle procedure d'uso dei DISPOSITIVI di BLOCCAGGIO**

Si riporta al presente paragrafo la sintesi delle raccomandazioni relative alle procedure d'uso dei dispositivi di bloccaggio, meglio dettagliate al punto 10) 'Raccomandazioni Operative'

Considerata la **funzione** particolarmente critica e delicata **svolta dai dispositivi di bloccaggio**, occorre che la **realizzazione e la posa in opera** di tale elementi dispositivo siano **curate nei minimi particolari**, dal punto di vista operativo.

Il **bloccaggio** deve essere perfettamente **integro e privo di tracce di ossidazione**, sia all'atto dell'**utilizzo sia dopo la messa in tensione**.

E' accettabile la presenza di un velo di grasso sulla superficie esterna del cuneo (che migliorerebbe la protezione e lo scorrimento all'interno della bussola) mentre **la presenza di ruggine limiterebbe lo scorrimento compromettendo la funzionalità dell' incuneaggio**.

Per quanto riguarda l'operazione **di messa in tensione del tirante**, essenziale al fine del buon funzionamento del dispositivo di bloccaggio, occorre che siano **impiegate attrezzature perfettamente funzionanti** e dotate di **sistema di incuneaggio idoneo al dimensionamento del cuneo e della relativa bussola** utilizzata, pena, altrimenti, il **rischio di un improprio ed inadeguato bloccaggio**, particolarmente in **caso di tesatura a forze non elevate**. → In questi casi il **trefolo può rientrare lentamente** incidendo la dentatura del cuneo e da ultimo il bloccaggio si disattiva.

La **tesatura** del tirante deve essere **omogenea e simultanea su tutti i trefoli del tirante**.

E' da **escludere tassativamente di operare con un unico martinetto sui diversi trefoli** del tirante, in fase successive, in quanto **carichi disomogenei applicati sui diversi trefoli** potrebbero **provocare la disattivazione dei bloccaggi effettuati in precedenza** sugli altri trefoli.

In fase di tiro il cuneo deve lasciar scorrere liberamente il trefolo aprendosi nelle sue sezioni; a tal fine il **puntale del martinetto deve poggiare esclusivamente sulla bussola**, mentre il pistoncino di incuneaggio rientra quanto necessario.

Se ciò non avvenisse il conseguente passaggio forzato del trefolo provocherebbe il **danneggiamento della dentatura del cuneo**, azzerando del tutto, o in parte, la capacità di trattenere il trefolo vincolato.

Ove il **bloccaggio** dovesse venire a **trovarsi in tali condizioni, unitamente anche all'eventuale e possibile presenza di ruggine**, potrebbero verificarsi scorrimenti e cedimenti della struttura di contrasto con conseguente assestamento del fronte di scavo (fino, al limite, al collasso del medesimo).

Sono inoltre da **evitare, tassativamente, urti, di qualsiasi tipo, sui dispositivi di bloccaggio in opera**, quali quelli procurabili da escavatori o altri mezzi d'opera durante le fasi di scavo/sbancamento, in quanto si provocherebbe **l'immediata disattivazione e fuori servizio del bloccaggio medesimo**, con le ovvie conseguenze del caso.

### **5.3) GUAINA CORRUGATE (rif.: scheda tecnica ST.03.A)**

La guaina corrugata viene impiegata per realizzare la protezione del fascio di trefoli, costituenti il tirante, nel tratto di fondazione del medesimo.

Su richiesta del Cliente, essa può essere impiegata anche nel tratto libero del tirante .

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

Per ciascun tratto di ancoraggio del tirante l'elemento viene posizionato in 'pezzo unico' senza impiego di manicotti di giunzione, se non prevedendo i necessari raccordi col puntale, col tampone di separazione e/o con l'eventuale sacco otturatore.

#### **5.4) GUAINA LISCE (rif.: scheda tecnica ST.03.A)**

La guaina liscia viene impiegata per realizzare la protezione del fascio di trefoli (viplati), costituenti il tirante, nel tratto 'libero' del medesimo.

#### **5.5) TUBO LISCIO per VIPLATURA TREFOLO (rif.: scheda tecnica ST.03.A)**

L'operazione di 'viplatura' del trefolo consiste nel realizzare una **protezione anticorrosiva** dei trefoli, mediante **applicazione di grasso passivante** tipo UNIGEL 128F-1, o similare, certificato ETAG 013 (previa apertura dei singoli fili) e successiva applicazione, trefolo per trefolo, di un **tubo protettivo esterno** in **polietilene  $\phi 16.5 \times 19.5 \text{mm}$** .

#### **5.6) GUAINA TERMORESTRINGENTI**

Il prodotto tubolare termorestringente (costituito da un compound polifenolico sottoposto a processo di 'reticolazione molecolare') è impiegato per realizzare la sigillatura anticorrosiva della protezione dei tiranti, di produzione DECA srl, in corrispondenza dei punti di giunzione delle guaine protettive.

Si tratta di materiale dotato di eccellenti caratteristiche meccaniche ed anticorrosive, che garantisce ottima resistenza a sali, alcali, oli, grassi e solventi, nonché elevata stabilità ai raggi UV, oltre ad essere compatibile con le guaine protettive impiegate.

Il riscaldamento in fase di restringimento è applicato in modo che gli elementi del sistema anticorrosione, interconnessi, continuino a rispettare le prescrizioni normative, ovvero non siano deformati, bruciati dal calore, né comunque danneggiati con diminuzione della loro capacità di protezione.

Il coefficiente di ritiro è comunque tale da prevenire fessurazioni o aperture a lungo termine.

Lo spessore della guaina, dopo l'avvenuto ritiro, rispetta lo spessore minimo di 1.0 mm

#### **INSTALLAZIONE**

L'applicazione del prodotto termorestringente viene effettuata su superficie pulite ed asciutte, che devono essere preriscaldate a 60° C circa per favorire l'adesione del mastice contenuto nello stesso.

Sistemata la guaina termorestringente sulla parte da proteggere, si procede con il riscaldamento della stessa, partendo dalla mezzeria e muovendosi progressivamente verso le estremità.

L'operazione è da intendersi conclusa allorquando si ha una parziale fuoriuscita del mastice adesivo dalle estremità della predetta guaina.

## 5.7) SACCO OTTURATORE

Il sacco otturatore in TNT è usato come elemento di contenimento e confinamento durante le varie fasi di iniezione (iniezione primaria / post-iniezione) e consente la separazione fra le due parti del tirante (parte libera ed ancoraggio) tramite idonei tamponi separatori.

Per installazioni di tiranti orizzontali e/o sub orizzontali verso l'alto, risulta essere l'unico elemento idoneo a garantire il contenimento e confinamento della miscela cementizia iniettata

### INSTALLAZIONE

L'assemblaggio del sacco otturatore si effettua predisponendo circa 1.50 ml di tessuto da inserire sulla parte libera del tirante, in corrispondenza della sezione di passaggio fra parte libera e parte di fondazione.

Il sacco otturatore viene sigillato mediante due tamponi realizzati con impiego di specifico prodotto sigillante (denominato 'z-strip'), reggettati e nastrati con nastro adesivo plastificato.

All'interno del sacco sono posizionati il tubo di iniezione nella parte inferiore del sacco ed il tubo di sfiato nella parte superiore, mentre, a valle del tampone inferiore del sacco, all'esterno della guaina corrugata, un ulteriore tubetto passante funziona da spia per riscontrare l'avvenuto riempimento dell'intercapedine fra parte esterna del tirante e parete del foro.

## 5.8) TAMPONE di SEPARAZIONE

Il tampone di separazione viene realizzato mediante impiego di un **sigillante plastico non indurente (Z-strip SG 72 A)** modellabile ed adattabile a giunzioni di qualsiasi forma e dimensione.

### INSTALLAZIONE

Revisione Rev. C – 31 agosto 2015	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--------------------------------------	--	---

La realizzazione del tampone è effettuata ricoprendo i trefoli della parte interessata con il mastice 'Z-strip', da applicarsi su superfici pulite ed asciutte, prive di grassi e polveri, modellando opportunamente il prodotto in modo da creare una separazione effettiva fra le due parti fra cui viene inserito.

Il tampone così realizzato viene successivamente pressato con applicazione di un adesivo plastico di pvc, assumendo in tal modo la forma desiderata.

### **RACCOMANDAZIONI OPERATIVE**

Poiché il tampone svolge la funzione essenziale di separare il bulbo di ancoraggio dalla parte libera del tirante (ovvero dai singoli trefoli monoviplati) si raccomanda la massima cautela ed attenzione durante le fasi di movimentazione del tirante ed in particolare di 'srotolamento', onde evitare che operazioni incautamente eseguite, a causa dell'effetto di sfilamento del trefolo rispetto al corpo del tampone, possano inficiare l'efficacia del medesimo .

## **5.9) DISTANZIATORI INTERNI**

La separazione dei trefoli di acciaio costituenti l'armatura viene fatta attraverso l'impiego di particolari distanziatori aventi un foro centrale ed un certo numero di gole sulle quali vengono posizionati i trefoli stessi.

Nel caso di **TIRANTI PERMANENTI** assemblati con guaina corrugata nel tratto di ancoraggio le dimensioni e geometrie dei vari elementi sono tali da consentire l'inserimento del fascio di trefoli all'interno della guaina medesima, in funzione della sua geometria

### **INSTALLAZIONE**

I distanziatori vengono inseriti nella parte di fondazione del tirante e disposti con interesse idoneo ( $i_{max}=150cm$ ) a garantire l'andamento sinusoidale dei trefoli posizionati.

## **5.10) CENTRATORI per materiali lapidei e terreni incoerenti**

I centratori servono a garantire il centraggio del tirante nel perforo in modo da assicurare la prescritta copertura del tirante con miscela cementizia.

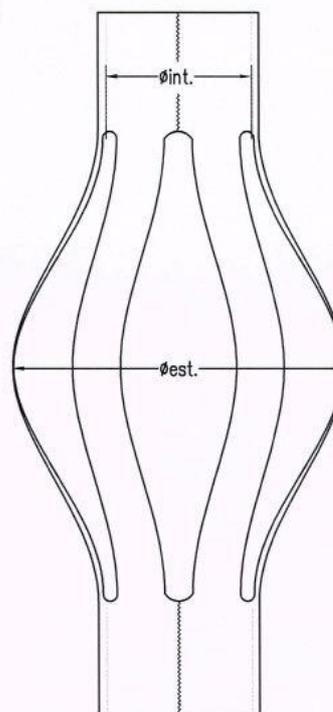
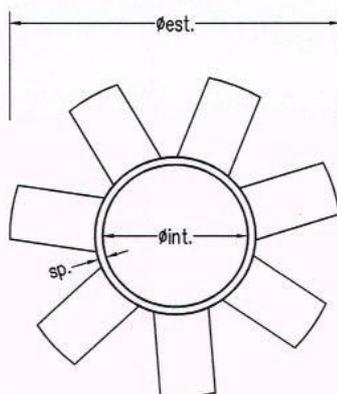
Questo tipo di centratore è utilizzabile proficuamente sia in terreni di tipo incoerente sia in materiali di natura lapidea, garantendo un ricoprimento variabile dai 20 ai 40mm, tra parete del foro ed elemento cementato, risultando inoltre adattabili a perfori di diametro variabile da 120mm a 180mm

CENTRATORI sezione variabile per terreni incoerenti e lapidei				
$\varnothing_{est}$ Guaina Corrugata	$\varnothing_{int.}$	$\varnothing_{est.}$	spessore	n' alette
mm	mm	mm	mm	
61-75	67,8	100-120-140	3,6	7
75-90	84,6	120-140-160	2,7	8
86-100	103,6	140-160-180	3,2	8
	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$	$\pm 0,5$	===

Materiale ..... PVC

Resistenza SNERVAMENTO &gt; 30 MPa

Deformazione SNERVAMENTO &gt; 2.0 %



## **INSTALLAZIONE**

L'applicazione dei centratori avviene installandoli sulla guaina corrugata nella parte di fondazione del tirante mediante utilizzo di reggetta metallica serrata nelle due estremità e ricoperta da nastro adesivo plastificato. L'interasse di posizionamento consigliato è pari a circa 1.5 ml, al fine di garantire distanziamento costante della guaina corrugata dalla parete del foro e, conseguentemente, l'adeguato ricoprimento della medesima, come richiesto dalla norma (minimo 10mm)

## **5.11) PUNTALI**

Il puntale realizza il ricoprimento della parte terminale del tirante allo scopo di agevolare l'inserimento dello stesso nel perforo.

In presenza di guaina corrugata, nel tratto di ancoraggio, consente inoltre di proteggere il tirante dall'ingresso degli agenti nocivi.

<p>Revisione Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--	--	---

Le modalità di assemblaggio adottate da DE.CA srl prevedono, come da schema seguente, l'impiego di due diverse tipologie di puntale, idonee, rispettivamente, per tiranti con numero di trefoli variabile a 2 a 6 oppure per tiranti con numero di trefoli variabile da 7 a 9 (configurazione max. prevista da DECA srl → n° 8 trefoli).

### **INSTALLAZIONE**

L'installazione del puntale avviene inserendo nei fori i trefoli costituenti l'armatura del tirante ed applicando in pressione una reggetta sui trefoli stessi e nell'apposita sede del puntale.

Il tutto viene quindi opportunamente collegato alla guaina e successivamente rivestito con nastro plastificato e guaina termorestringente.

## **5.12) TUBI INIEZIONE BASSA PRESSIONE**

I tubi  $\phi 16 \times 20 \text{mm}$  o  $\phi 12 \times 16 \text{mm}$ , sono impiegati per esecuzione di **iniezione a bassa pressione**.

## **5.13 ) TUBI di SFIATO**

I tubi  $\phi 12 \times 16 \text{mm}$ , sono impiegati per sfiato aria e come tubi spia dell'avvenuta cementazione.

## **5.14) TUBI PVC VALVOLATI A/R per INIEZIONE ALTA PRESSIONE : $\phi = 15 \times 21$ '''**

I tubi pvc valvolati sono impiegati per le operazioni di 'post-iniezione' ad alta pressione, di tipo Ripetuto (I.R.), e consentono di operare fino a pressioni massime di esercizio dell'ordine di  **$p_{\max} \leq 55 \text{bar}$**  .

L'iniezione, che viene eseguita da boccaforo mettendo in pressione contemporaneamente tutte le valvole predisposte, può essere ripetuta più volte provvedendo al lavaggio del tubo tramite l'elemento cieco, di ritorno, dotato di tappo di estremità removibile.

<p>Revisione Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--	--	---

Il tubo è dotato di valvole di iniezione (i=33-150cm), disposte in base alle prescrizioni progettuali ed esecutive fornite dal Progettista dell'opera e di un 'ritorno cieco', con tappo, a bocca foro.

### **5.15) TUBI PVC VALVOLATI per INIEZIONE ALTA PRESSIONE : $\phi=27 \times 33,3$ "**

I tubi pvc valvolati sono impiegati per le operazioni di 'post-iniezione' ad alta pressione, di tipo Ripetuta e Selettiva (I.R.S) e consentono di operare fino a pressioni massime di esercizio dell'ordine di  **$p_{max} \leq 40bar$** .

L'iniezione, che può essere eseguita valvola per valvola, operando in modo selettivo tramite packer 'a doppio pistoncino', mettendo in pressione successivamente ogni singola sezione valvolata, può essere ripetuta più volte provvedendo a mantenere pulito l'interno del tubo tramite lavaggio del medesimo.

Il tubo è dotato di valvole di iniezione (i=33-150cm), disposte in base alle prescrizioni progettuali ed esecutive fornite dal Progettista dell'opera.

#### **MANICOTTI in GOMMA per VALVOLE a 'MANCHETTE'**

Le valvole 'a Manchette' predisposte sui tubi valvolati (con passo 33-150cm), sono realizzate con impiego di elementi in gomma naturale (natural rubber) caratterizzati dal parametro di 'durezza shore' pari a 70.

Il materiale, indifferentemente impiegato per la formazione delle valvole a manchette, sia sui tubi valvolati  $\phi=27 \times 33,3mm$ ,<sup>'''</sup> che sui tubi valvolati  $\phi=15 \times 21mm$ , è stato testato in laboratorio, con esito positivo, mediante prove tipo 'Xeno test' (esposizione 200 ore) per la verifica di resistenza a fragilità da invecchiamento ed a danni da radiazione ultravioletta nel tempo.

### **5.16) PISTONCINI di INIEZIONE**

Il pistoncino di iniezione, denominato '**packer idraulico**' (doppio pistoncino) è concepito per la realizzazione della post-iniezione di miscele cementizie nei tiranti dotati di **tubi valvolati  $\phi 27 \times 33,3mm$**  e certificati dal produttore, in modo da consentirne l'impiego, per la messa in pressione selettiva delle valvole 'a manchettes', fino alla pressione massima di esercizio di **40 bar** (massima pressione di utilizzo indicata in esercizio) .

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p style="text-align: center;"><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

Le guarnizioni montate alle due estremità del packer sono realizzate in materiale plastico resistente alla abrasione e tale da garantirne la 'tenuta' durante la fase di iniezione in pressione, assicurando la fuoriuscita della miscela cementizia attraverso la valvola a manchette ubicata nel tratto di tubo valvolato sezionato.

Il dispositivo è prodotto e disponibile in due diverse versioni:

**Tipo flessibile 'a molla'** → di più largo impiego, dovuto alla maggior flessibilità e possibilità di adattamento all'effettivo andamento del tubo PVC valvolato di iniezione.

La molla, che ne costituisce la porzione centrale, è realizzata in acciaio speciale ad alta resistenza e possiede adeguata flessibilità per consentire la possibilità di compensare le effettive deviazioni dell'asse geometrico del medesimo tubo di iniezione.

**Tipo rigido** → scarsamente impiegato nella specifica applicazione, a causa della minor flessibilità di adattamento all'effettiva configurazione in opera del tubo pvc valvolato di iniezione.

La porzione centrale è costituita da un elemento tubolare rigido, realizzato in acciaio speciale ad alta resistenza e geometrico del medesimo tubo di iniezione.

**In entrambi i casi:**

- l'**alimentazione** (miscela cementizia di iniezione e/o acqua di lavaggio) è garantita tramite un **tubo in PP di sezione 10x21mm**, le cui caratteristiche fisiche, meccaniche e geometriche sono riportate in calce, utilizzabile fino alla pressione di esercizio di 40bar.
- La '**tenuta**' rispetto alla superficie interna del tubo pvc valvolato, è garantita da una **doppia coppia di guarnizioni (coppelle)**, mantenute in posizione da un dado di bloccaggio, il cui serraggio consente altresì di modificarne la configurazione.

**Istruzioni Operative → IMPIEGO E MANUTENZIONE DEL PACKER**

Per l'effettuazione delle operazioni di iniezione ripetuta e selettiva (I.R.S.) il pistoncino (packer) deve essere posizionato 'a cavallo' della singola valvola a manchette, avendo cura di rilevare adeguatamente la posizione delle valvole rispetto alla estremità a vista del tubo di iniezione.

E' vivamente raccomandato di procedere al costante lavaggio ed ingrassaggio del packer e delle guarnizioni di tenuta, al fine di facilitare il progressivo inserimento del pistoncino all'interno del tubo valvolato e garantire maggior durabilità delle guarnizioni medesime, comunque facilmente intercambiabili

E' inoltre suggerito di non forzare eccessivamente il serraggio del dado ferma-coppelle e di lasciarle leggermente 'lasche' per facilitare l'operazione di introduzione all'interno del tubo valvolato e di posizionamento nella sezione di iniezione a cavallo delle singole valvole.

**Istruzioni Operative → indicazioni per INIEZIONE DI MISCELA CEMENTIZIA ATTRAVERSO IL PACKER**

Le modalità operative e specifiche operative per l'iniezione di miscele cementizie devono essere oggetto del progetto esecutivo dell'intervento, e quindi esplicitate con onere a cura del progettista incaricato, in funzione della geologia locale del sito e della tipologia di intervento previsto.

A puro titolo indicativo si riepilogano nel seguito alcune indicazioni operative di riferimento, come buona norma procedurale.

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

- In prima fase si procede alla cementazione del sacco otturatore ed al riempimento dell'intercapedine esterna ed interna (se prevista), nel tratto di ancoraggio, impiegando, in entrambi i casi, la miscela cementizia in volume non inferiore al teorico previsto.
- Trascorso un periodo di tempo variabile dalle 6 alle 24 ore dalla formazione della guaina esterna (in funzione della tipologia di miscela impiegata in prima fase) si procede all'esecuzione di iniezione selettive, per la formazione del bulbo di ancoraggio, operando valvola per valvola a partire dal fondo, con l'impiego dello specifico pistoncino.
- L'iniezione è in genere eseguita utilizzando portate non inferiori a 30l/min. e, comunque, con valori di portata e pressione tali da evitare la fratturazione idraulica del terreno (claquage)
- I valori di pressione di iniezione sono generalmente assunti nel range 0,8-1,5Mpa, mentre per l'apertura istantanea della valvola sono in genere indicati valori dell'ordine di 1-3Mpa, in funzione della natura del terreno in sito, della tipologia di miscela impiegata per la formazione della guaina e del tempo di maturazione della stessa.
- I quantitativi di miscela di iniezione sono in genere previsti per valori non inferiori a 2,5 volte il volume teorico del foro (devono comunque essere rispettate le prescrizioni di capitolato ed operative).
- Nel caso non sia raggiunto il suddetto limite quantitativo previsto, si prevede che, nel tratto interessato, le valvole siano 'lavate' e re iniettate, anche in più passate, fino al limite minimo previsto.
- Generalmente l'operazione di iniezione ripetuta è considerabile conclusa al raggiungimento di pressioni residue minime di iniezione di 0,5-0,7Mpa, in concomitanza con la verifica volumetrica del quantitativo di miscela cementizia immessa attraverso le valvole.

**Istruzioni Operative → LAVAGGIO VALVOLE E TUBO DI INIEZIONE**

Riscontrandosi la necessità di procedere al lavaggio delle valvole e della sezione interna del tubo di iniezione, per il successivo reimpiego dello stesso si procede :

- scollegando il packer da tubo in PP di alimentazione (sez.10x21mm)
- inserendo il suddetto tubo di alimentazione all'interno del tubo valvolato, facendolo avanzare alle diverse progressive ed immettendo acqua in pressione (1-10bar), fino a riscontrare il ritorno, a boccaforo, di acqua limpida, con presenza trascurabile di particelle cementizie.

**5.17) COPRIBLOCCAGGIO monotrefolo**

I copribloccaggi monotrefolo consentono di preservare, nel tempo, i dispositivi di bloccaggio dei trefoli dagli effetti della corrosione, generabili sia da agenti atmosferici che da eventuali acque percolanti in parete e/o risalenti all'estremità del tirante.

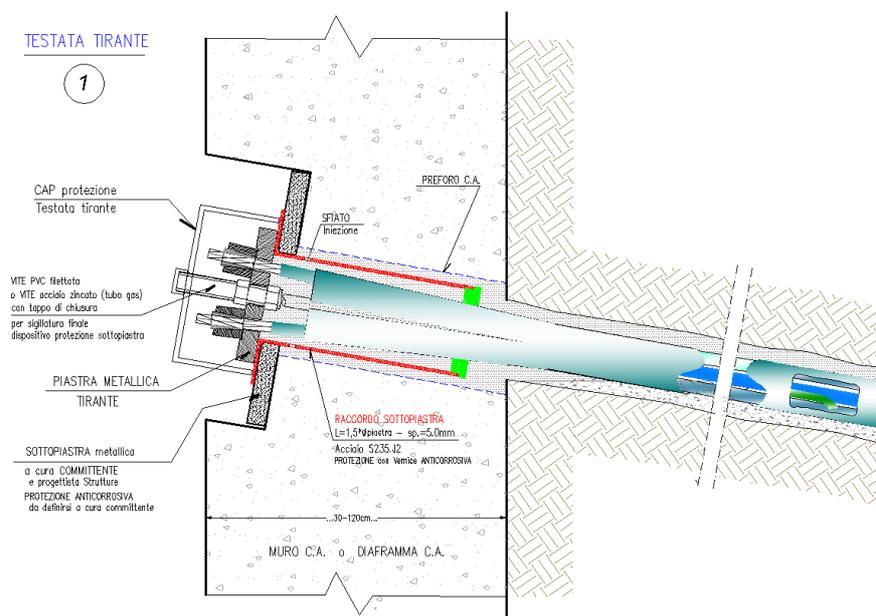
Essi sono muniti di nervature interne per essere montati, previo grassaggio dei dispositivi di bloccaggio, tramite il semplice inserimento a pressione.

Sono inoltre predisposti per l'agevole apertura della parte superiore, nell'eventualità che si vogliano lasciare i trefoli di lunghezza superiore per possibili riprese di tesatura

## 5.18) DISPOSITIVO PROTEZIONE anticorrosiva SOTTOPIASTRA

Ai fini della protezione anticorrosiva degli elementi metallici (trefoli) presenti all'interno del foro, oltre il filo della sottopiastra metallica di ripartizione è previsto il posizionamento di un elemento metallico in acciaio S235.J2 (spessore 5.0mm) composto dall'assemblaggio di un elemento tubolare (tubo imbocco) e di un anello di riscontro, da posizionarsi a battuta sulla sottopiastra metallica (di distribuzione del carico) da realizzarsi a cura del Committente

L'elemento tubolare è dotato, alla estremità opposta, di un disco di chiusura in polietilene HD (sp.= 25-30mm), con foro passante di diametro adeguato a consentirne l'inserimento attorno alla guaina liscia esterna impiegata (con tolleranza millimetrica), secondo la configurazione imposta dalla divaricazione conseguente all'inclinazione massima dei trefoli (3°) all'uscita dalla piastra di ripartizione.



La viplatura protettiva dei trefoli risulta estesa fino all'altezza della testata metallica, mentre la guaina liscia potrebbe risultare anche di alcuni centimetri più corta.

Guaina liscia e vipla, dopo l'alloggiamento del tirante all'interno del perforo, devono essere 'tagliate/rifilate' in modo da ridurre al minimo la porzione di trefolo, 'scoperta', passante attraverso la piastra di appoggio.

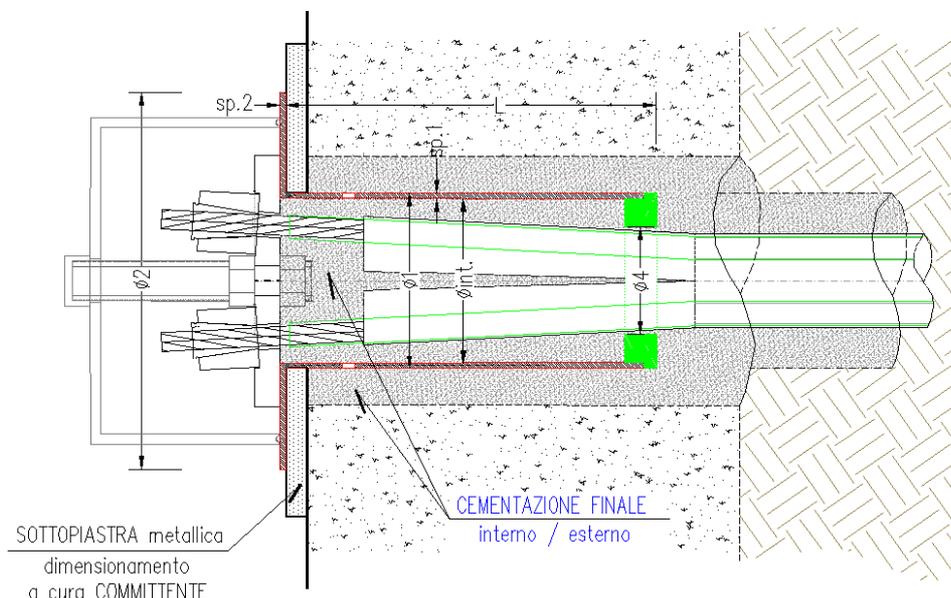
Inoltre la guaina liscia esterna deve essere 'incisa', per un tratto adeguato (min. 50-60cm) per consentire ai trefoli di allinearsi, ai 3° di inclinazione massima, durante la posa della piastra di appoggio e la successiva fase di messa in tiro.

La **protezione anticorrosiva della lunghezza libera** del tirante risulta attuata tramite il posizionamento di *n° 1 guaina di plastica per ciascuna armatura (trefolo) riempita di composto protettivo molle (grasso passivante) e di n° 1 guaina di plastica 'comune' riempita di miscela cementizia (come previsto da p.'2' / opzione 'a+C' / prospetto 'C.2'/ UNI 1537.2013).*

Il **raccordo tra testa di ancoraggio e lunghezza libera** del tirante risulta attuato tramite il posizionamento di *n° 1 manicotto metallico, iniettato e riempito a rifiuto con miscela cementizia guaina (secondo quanto indicato da punto '3' / prospetto 'C.2'/ UNI 1537.2013).* – In tale contesto la miscela cementizia sigilla altresì tutte le intercapedini libere residue all'interno della guaina liscia.

**L'iniezione di miscela cementizia**, a bassa pressione, **per sigillatura** di tutte le intercapedini residue del tratto libero, interne ed esterne alla guaina liscia, nonché interne ed esterne al tubo di imbocco, può essere eseguita dopo la messa in tensione dei trefoli, operando attraverso il foro centrale della piastra metallica di ripartizione.

Per agevolare la diffusione della miscela cementizia nella zona terminale del foro, sotto la piastra metallica di ripartizione, il tubo di imbocco è provvisto di almeno n° 2 fori di sfiato (d.=20mm), realizzati a 50-60mm di distanza dal filo esterno dell'anello di battuta.



## DISPOSITIVO PROTEZIONE SOTTOPIASTRA

Tipologia TIRANTE		TUBO IMBOCCO metallico									SOTTOPIASTRA a cura COMMITTENTE
		ACCIAIO $\geq$ S235.J2 ---> protezione anticorrosiva vernice epossidica									
Carico ESERCIZIO	Tipo piastra	L	$\varnothing 1$	$\varnothing$ int.	sp1.	$\varnothing 2$	sp.2	$\varnothing 3$	sp.3	$\varnothing 4$	FORO CENTRALE diametro <u>MAX.</u>
kN	N° fori	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
300	2	300	139.7	129.7	5.0	300	5.0	--	--	85.0	145.0
450	3	315	152.4	142.4	5.0	300	5.0	--	--	93.0	158.0
600	4	330	152.4	142.4	5.0	300	5.0	--	--	93.0	158.0
750	5	360	168.3	158.3	5.0	300	5.0	--	--	108.0	174.0
900	6	390	193.7	183.7	5.0	360	5.0	--	--	124.0	200.0
1050	7	420	219.1	209.1	5.0	360	5.0	160,0	5.0	141.0	225.0
1200	8	450	244.5	234.5	5.0	360	5.0	189.0	5.0	168.0	251.0
		$\pm 2.0$	$\pm 1.5$	$\pm 1.5$	$\pm 1.0$	$\pm 2.0$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$

**Caratteristiche materiale.**

Acciaio S235.J2

Qualificato con certificato di collaudo tipo 3.1 (UNI.EN.10204).

**INCREMENTO DELLA FUNZIONE PROTETTIVA ANTICORROSIVA.**

Per l'elemento descritto è previsto il trattamento con **vernici di tipo epossidico** (reperibili sul mercato nazionale) al fine di migliorare ed incrementare la funzione di protezione anticorrosiva.

E' comunque da precisare che, per la porzione di tubo di imbocco, interna al foro, la funzione anticorrosiva, è comunque svolta dal ricoprimento minimo realizzato dalla miscela cementizia (spessore minimo da prevedersi 15-20mm)

Tra i prodotti certificati impiegabili, reperibili sul mercato nazionale, si elencano :

**Duresil EB (Mapei)**

Vernice epossidica modificata con resine idrocarburiche, per la protezione antiacida di superficie in cls e acciaio, idonea per l'impiego come rivestimento anticorrosivo di superficie in acciaio sabbiato e/o strutture in acciaio a mare, altresì resistente all'azione del gelo ed ai raggi solari ed in grado di creare barriera al vapore. – **La scheda tecnica** del prodotto, **allegata** e qui **integralmente richiamata**, riporta, in modo esaustivo, tutte le caratteristiche prestazionali ed i parametri di resistenza all'attacco chimico-fisico, in base alle norme UNI di riferimento citate, in relazione all'applicazione di uno spessore minimo, a secco, di almeno **500 $\mu$ m, in doppia passata**. → Diversi spessori del trattamento possono essere richiesti dal Responsabile Tecnico del Committente, a seguito di puntuale specifica progettuale esecutiva.

**Masterseal 110 (BASF)**

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

Rivestimento epossidico flessibile dielettrico, ad alta resistenza chimica, per la protezione ed impermeabilizzazione filmogena di strutture c.a.. soggette a severe aggressioni ambientali e chimiche, idoneo, tra le altre, per applicazioni in ambiente marino e per la protezione di testate di travi in c.a.p.

- Il prodotto può svolgere anche funzione di protezione dielettrica, per evitare corrosione di elementi metallici cementati, in presenza di correnti vaganti. - **La scheda tecnica** del prodotto, **allegata** e qui **integralmente richiamata**, riporta, in modo esaustivo, tutte le caratteristiche prestazionali ed i parametri di resistenza all'attacco chimico-fisico, in base alle norme UNI di riferimento citate, in relazione all'applicazione di uno spessore minimo, a secco, di almeno **400µm, in doppia passata**. → Diversi spessori del trattamento possono essere richiesti dal Responsabile Tecnico del Committente, a seguito di puntuale specifica progettuale esecutiva.

**PROTEZIONE ANTICORROSIVA della SOTTOPIASTRA di RIPARTIZIONE metallica**  
**(elemento prodotto e fornito a cura Committente)**

*L'elemento, solitamente costituito da un piatto metallico, a sagoma quadrata o circolare, di idoneo spessore e dotato di foro centrale passante, è previsto prodotto e fornito a cura del committente, in quanto il suo proporzionamento, e dimensionamento statico, rimangono legati alle caratteristiche geometriche dell'elemento di riscontro nonché alle caratteristiche meccaniche del materiale che lo costituisce (ad esempio calcestruzzo nel caso di pareti continue monolitiche).*

*Al Responsabile Tecnico del Committente verranno fornite specifiche informazioni sulle opzioni alternative da adottarsi per realizzarne la protezione anticorrosiva, ovvero :*

- *impiego di materiali non soggetti all'attacco di agenti esterni, quali acciaio inox e/ altro equivalente*
- *impiego di normali materiali metallici protetti da specifico trattamento di zincatura*
- *impiego di normali materiali metallici protetti da applicazione di vernici a base epossidica, in genere bicomponenti, flessibili e con caratteristiche anche dielettriche, idonee per la protezione di strutture esposte a severe condizioni di aggressione ambientale e chimica (operativamente si richiamano i due prodotti specifici descritti al punto precedente, ovvero **Duresil.EB / Mapei** e **Mastersel.100 / Basf**).*

**SEQUENZA OPERATIVA INSTALLAZIONE DISPOSITIVO PROTEZIONE SOTTOPIASTRA**

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p style="text-align: center;"><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

L'installazione del dispositivo di protezione sottopiastra descritto, prevede la seguente **sequenza operativa**, da attuarsi **dopo l'ultimazione e maturazione della cementazione nel tratto di ancoraggio** del tirante:

**In assenza di sacco otturatore**

- deve essere curato il mantenimento, rispetto all'asse centrale del foro, della struttura del tirante, nel tratto libero, che, diversamente, potrebbe essere vincolata, in posizione eccentrica, dalla presa della cementazione risalita a boccaforo.
- deve essere garantito che l'iniezione di cementazione del tirante sia interrotta e sospesa alla distanza minima di almeno 70-80cm da boccaforo → questo al fine di evitare che la presenza di miscela di cementazione indurita possa impedire od ostacolare il posizionamento/inserimento del dispositivo metallico di protezione sottopiastra.

**Taglio, a misura, delle porzioni di vipla e di guaina liscia protettiva**, in corrispondenza della sezione di posa della sottopiastra metallica di ripartizione → in questa fase deve essere comunque garantito che la porzione scoperta di trefolo, passante attraverso la piastra di testata, nella configurazione finale, non risulti superiore ai 2-3cm e, analogamente, che la guaina liscia, risulti tagliata a non oltre 20-25cm dal filo interno della piastra di ripartizione)

**Incisione, a mezzo cutter, della guaina liscia, su almeno 2-3 sezioni longitudinali**, per lunghezza minima di almeno 50-60cm → al fine di agevolare la divaricazione della stessa in fase di tensionamento dei trefoli e consentire ai medesimi di configurarsi correttamente secondo l'apertura del fascio, a 3°, condizionata dalla geometria della piastra di testata.

**Taglio delle porzioni sporgenti dei tubi di iniezione e sfiato**, in posizione arretrata rispetto al filo di posa previsto per la sottopiastra metallica di ripartizione → **con la sola esclusione del tubo verde per iniezione del tratto libero del tirante**

**Posa della sottopiastra metallica** dimensionata come da prescrizioni progettuali e realizzata dal Committente  
**Inserimento del dispositivo metallico di protezione sottopiastra**, provvisto dell'anello in polietilene nella sezione terminale e di due fori passanti (d.=20mm) nella sezione iniziale.

**Posa della piastra metallica di testata del tirante e del vitone centrale per supporto CAP** di protezione soprapiastra, realizzato mediante spezzone di tubo PVC o acciaio zincato → *in questa fase il tubo verde di iniezione, d.=16x20mm, deve risultare sporgente rispetto all'estremità del vitone di supporto e passante all'interno del medesimo.*

**Tensionamento dei trefoli**, come da prescrizione progettuale

**Cementazione (fase 1) del tratto libero del tirante, sia esternamente che internamente alla guaina liscia** di protezione, ad avvenuto tensionamento dei trefoli, operando tramite il tubo verde di iniezione, d.=16x20mm, passante all'interno del vitone di supporto e sporgente rispetto all'estremità del medesimo.

**Cementazione (fase 2) per sigillatura protettiva finale di tutte le porzioni residue interne ed esterne al dispositivo di protezione sottopiastra .... dopo l'avvenuta presa della miscela di cementazione di cui al punto precedente (alcune ore / minimo 8-12) e la rimozione, della porzione di tubo verde sporgente dal vitone centrale**, previo specifico sezionamento → *l'iniezione viene effettuata attraverso il nucleo cavo del vitone centrale. - In questa fase è comunque da prevedersi l'impiego di un idoneo raccordo, a tenuta, tra vitone di supporto (filettato) ed un tubo di iniezione 16x20 connesso alla pompa di iniezione a bassa pressione. - L'iniezione può considerarsi ultimata al riscontro di una pressione minima di pompaggio di*

almeno 1,0-1,5 bar. – Il circuito deve quindi essere chiuso, in pressione, strozzando e ripiegando su sé stesso, il tubo di iniezione, fino ad avvenuta maturazione della miscela

**NOTA 1) = Controllo del completamento della cementazione di fase '1' (interno/esterno guaina liscia) →**

il controllo avviene riscontrando il trafileamento di miscela cementizia nella porzione inferiore dell'interfaccia di contatto tra sottopiastra di ripartizione metallica e struttura di supporto (trattandosi, in genere, di contatto tra superficie irregolari, pur se a livello millimetrico) – Qualora il contatto delle due superficie dovesse risultare tale da impedire il suddetto trafileamento, dovrà essere cura dell'esecutore di eseguire, preventivamente, uno/due piccoli scassi (o inserire uno spezzone di tubetto di sfiato) idonei a garantire la possibilità della necessaria verifica.

**NOTA 2) = Controllo esito positivo del completamento della cementazione di fase '2' e dell'avvenuto**

**riempimento delle intercapedini (non a vista) del dispositivo di protezione sottopiastra** → il controllo avviene riscontrando l'aumento della pressione di iniezione fino al limite di almeno 1,0-1,5 bar e lo avvenuto spurgo/fiatio della miscela cementizia attraverso la porzione superiore di battuta tra sottopiastra metallica e struttura C.A. di riscontro. – A tal fine devono quindi **essere garantiti** :

- **la presenza di uno opportuno sfiato**, alla quota dello spigolo superiore della sottopiastra metallica (se non naturalmente presente da realizzarsi a mezzo di idoneo piccolo scasso/traccia e/o inserimento di porzione di tubetto di sfiato).
- **idonea sigillatura delle battute di contatto tra gli elementi di testata interessati**, ovvero :
  - sigillatura del contatto tra sottopiastra metallica di ripartizione e struttura (C.A.) di riscontro
  - sigillatura del contatto tra anello esterno del dispositivo di protezione e sottopiastra metallica di ripartizione
  - sigillatura del contatto tra piastra appoggio (testata tirante) ed anello esterno del dispositivo sottopiastra

Nella fattispecie **la sigillatura** di cui sopra può essere realizzata, previa definizione di dettaglio a cura del Rappresentante Tecnico del Committente, con **impiego di sigillanti specifici a base siliconica, a base di resine chimiche e/o malte cementizie ad alta resistenza e presa rapida**

**NOTA 3) = Miscele di cementazione da impiegarsi** → per il confezionamento della miscela di cementazione

da impiegarsi per la sigillatura finale del dispositivo di protezione sottopiastra è da prevedersi, come minimo, l'impiego di una miscela cementizia confezionata con rapporto A/C=0,4 (acqua 40 litri + 100 kg di cemento R42,5) additivata con specifico fluidificante. --- La tipologia di cemento da impiegarsi deve essere, di volta in volta, prescritta del progettista incaricato, in funzione dell'aggressività dell'ambiente in cui viene inserito in tirante. – Inoltre rimane onere a carico di committente e progettisti incaricati la valutazione di opportunità sull'impiego di ulteriori specifici additivi quali, idrofughi, antiritiro, aeranti ecc..

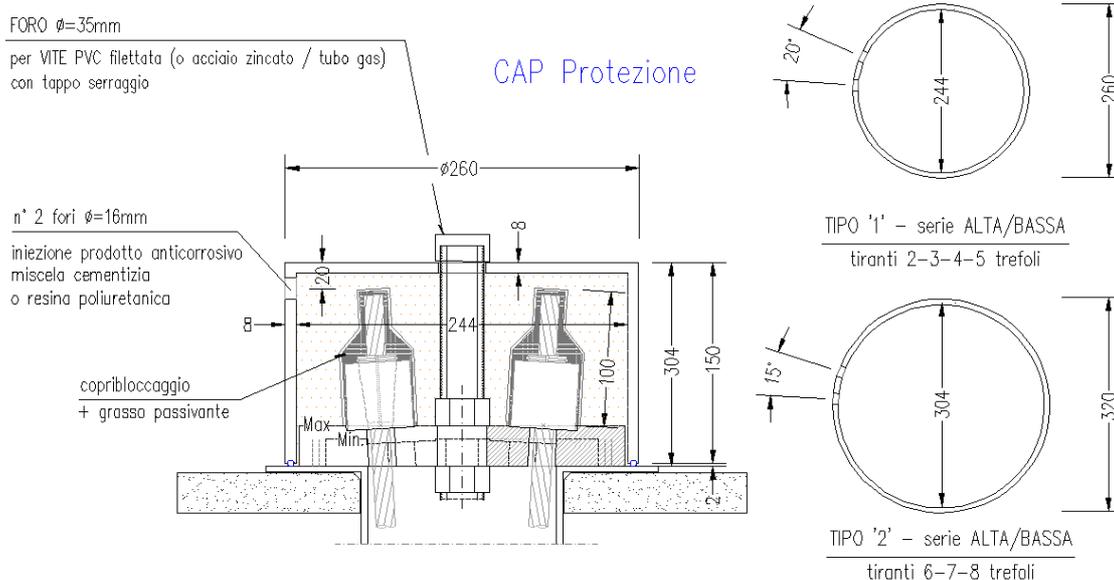
### 5.19) DISPOSITIVO PROTEZIONE anticorrosiva SOPRA PIASTRA (CAP di Protezione)

Ai fini della protezione anticorrosiva della testata metallica, esposta all'azione degli agenti meteorici e/o chimici, è previsto l'impiego di un cappello esterno, realizzato in polimero sintetico a base di poliolefine, da posizionare sopra la piastra metallica di ripartizione ed a battuta sul disco terminale del tubo-imbocco impiegato come elemento protettivo sottopiastra.

Il mantenimento in posizione è garantito dal serraggio del tappo terminale della vite/manicotto (elemento tubolare in PVC o acciaio zincato, filettato alle estremità e dotato di dadi di riscontro) passante attraverso il foro centrale della piastra metallica di ripartizione, o avvitato nel foro della piastra, se filettato.

L'elemento è previsto con spessore 8.0mm per garantire idonea durabilità e stabilità nel tempo, in funzione della costante esposizione all'ambiente esterno.

La tenuta idraulica, sul perimetro di battuta, è garantita dalla presenza di un o-ring, alloggiato nella specifica sede ricavata nello spessore delle pareti (ved. dettaglio) e compresso dal serraggio del tappo terminale.



In funzione della tipologia di tirante posto in opera, il cappello è previsto con diametro interno di 244mm o 304mm, rispettivamente, per tiranti da 2 a 5 trefoli piuttosto che per tiranti da 6 a 8 trefoli).

Inoltre l'elemento è previsto con due diverse tipologie di altezza :

- **serie alta (Hest.=400mm)** ..... per frusta residua trefolo da mantenere per operazioni di ripresa del tiro
- **serie bassa (Hest.=150mm)** ... non previste operazioni di ripresa del tiro e trefoli tagliati

La tabella allegata riporta lo sviluppo di tutte le casistiche operative considerate.

TIPOLOGIA		MATERIALE	CAP di PROTEZIONE							
TIRANTE			GEOMETRIA							
Carico ESERCIZIO	Tipo piastra		Serie BASSA (150mm)				Serie ALTA (400mm)			
kN	N° fori	--	spess.	Ø int. medio	Ø est. medio	Hesterna	spess.	Ø int. medio	Ø est. medio	Hesterna
300	2	polimero sintetica a base di poliolefine Resistenza SNERVAMENTO > 20.0 MPa Deformazione SNERVAMENTO > 12.0 %	8.0	244	260	150	8.0	244	260	400
450	3		8.0	244	260	150	8.0	244	260	400
600	4		8.0	244	260	150	8.0	244	260	400
750	5		8.0	244	260	150	8.0	244	260	400
900	6		8.0	304	320	150	8.0	304	320	400
1050	7		8.0	304	320	150	8.0	304	320	400
1200	8		8.0	304	320	150	8.0	304	320	400
				±1.0	±3.0	±3.0	+7.0 -3.0	±1.0	±3.0	±3.0

### **Impiego CAP protezione Serie ALTA (Hest.=400mm)**

L'opzione è prevista nelle casistiche in cui sia **prescritto di rendere il tirante 'rivisitabile'**, ovvero di mantenere una idonea lunghezza di trefolo sporgente al fine di poter effettuare, nel tempo, successive ispezioni ed operazioni di verifica e/o ripresa di tiro.

In tale contesto il CAP di protezione viene lasciato libero internamente e pressato, a tenuta, contro la sottoplastra metallica di ripartizione, mediante il serraggio del vitone centrale.

In questa configurazione, dopo aver tensionato i trefoli ed eseguite tutte le operazioni di sigillatura del dispositivo di protezione sottoplastra (ved. p.to 5.18) si procede a :

- Proteggere i singoli bloccaggi mediante posa degli specifici copribloccaggio monotrefolo, previa interposizione di grasso passivante (UNIGEL 128.F1). → gli elementi risultano inseribili attraverso le fruste dei trefoli previa rimozione della chiusura del beccuccio terminale.
- Applicare singoli spezzoni di vipla, di lunghezza analoga a quella delle fruste, previa ingrassatura passivante delle medesime.
- Sigillare il terminale delle viple ed il collegamento vipla-copribloccaggio a mezzo specifica nastratura di completamento

Nella condizione descritta il CAP di Protezione risulta sempre accessibile, ispezionabile e riposizionabile nel tempo, consentendo di poter verificare sia lo stato di conservazione della testata metallica del tirante sia di procedere ad eventuali successivi ritensionamenti del medesimo.

La tenuta idraulica del dispositivo è garantita dalla presenza della guarnizione (o-ring) pressata, posizionata alla base del CAP di protezione.

Revisione Rev. C – 31 agosto 2015	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--------------------------------------	--	---

Il sistema garantisce la tenuta contro possibili percolazioni e ruscellamenti di acque superficiali potenzialmente presenti sui paramenti, verticali e/o sub verticali, di intestazione dei tiranti.

### **Impiego CAP protezione Serie BASSA (H<sub>est.</sub>=150mm)**

L'opzione è prevista nelle casistiche in cui **NON sia prescritto di rendere il tirante 'rivisibile'**, ovvero non sia previsto di consentire la possibilità di effettuare, nel tempo, successive ispezioni ed operazioni di verifica e/o ripresa di tiro.

In tale contesto il CAP di protezione viene **sigillato internamente mediante iniezione di miscele cementizie e/o resine poliuretatiche espanse**, dopo essere stato pressato, a tenuta, contro la sottopiastra metallica di ripartizione, mediante il serraggio del vitone centrale.

In questa configurazione, dopo aver tensionato i trefoli ed eseguite tutte le operazioni di sigillatura del dispositivo di protezione sottopiastra (ved. p.to 5.18) si procede a :

- Tagliare i trefoli residui sporgenti 4.0-4.5cm oltre il filo del bloccaggio
- Applicare i singoli copribloccaggio monotrefolo, previa interposizione di grasso passivante (UNIGEL 128.F1).
- Posizionare il CAP di protezione (serie bassa) ed a fissarlo tramite serraggio del singolo vitone
- Sigillare l'intercapedine residua interna al CAP di protezione mediante iniezione di miscela cementizia (A/C≤0,5 / Cem.R42,5) additivata con accelerante di presa e/o diversa tipologia di additivo, secondo prescrizione progettuale del committente.
- In alternativa al punto precedente ..... sigillare l'intercapedine residua interna del CAP di protezione mediante iniezione di resina poliuretanica espansa bicomponente, di tipo rigido, a celle chiuse, con rapporto di espansione da 15 a 25 volumi, prevedendo, nella fattispecie, impiego di specifica tipologia di prodotto ottenuto dalla miscelazione di due reagenti a base di Poliolo ed Isocianato.

### **Sigillatura intercapedine interna CAP protezione Serie BASSA**

#### **Opzione '1' → impiego di miscela cementizia**

Nel caso specifico è prevista l'iniezione di **miscela cementizia (A/C≤0,5 / Cem.R42,5) additivata con accelerante di presa e/o diversa tipologia di additivo**, secondo prescrizione progettuale del committente.

**La scelta degli additivi specifici** da impiegarsi risulta onere a carico del progettista dell'opera e/o del Responsabile Tecnico del Committente, a seguito della **valutazione delle caratteristiche di aggressività dell'ambiente in cui viene posizionata la testata del tirante**, ferma restando l'indicazione di realizzare una miscela con rapporto A/C≤0,5 come sopra indicato.

Revisione Rev. C – 31 agosto 2015	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--------------------------------------	--	---

Tra le varie opzioni valutabili si citano, a titolo esemplificativo e non esaustivo, **additivi acceleranti di presa, fluidificanti, antiritiro, idrofughi ecc...**

L'operazione di iniezione deve avvenire inserendo un tubetto di iniezione all'interno di uno dei due fori di cui è provvisto il CAP di protezione ed impiegando l'atro come via di spurgo, previo inserimento e successiva rimozione (a miscela indurita) di un tubetto di sfiato.

A miscela indurita i due tubetti possono essere rimossi e posizionati gli omologhi tappini di chiusura

### **Sigillatura intercapedine interna CAP protezione Serie BASSA**

#### **Opzione '2' → impiego di resina poliuretana espansa**

Nel caso specifico è prevista l'iniezione di resina poliuretana espansa bicomponente, di tipo rigido, a celle chiuse, ad elevato rapporto di espansione → nella fattispecie è previsto l'impiego di specifico prodotto (marca 'Huntsman') bicomponente, con rapporto di espansione da 15 a 25 volumi, ottenuto dalla miscelazione di due reagenti a base di Poliolo ed Isocianato

L'applicazione deve essere eseguita miscelando i due componenti ed applicandoli, per colatura, attraverso uno dei due ugelli di cui è provvisto il CAP di protezione a mezzo specifico imbuto convogliatore.

**Il rapporto di miscelazione adottabile** (salvo eventuale adeguamento puntuale, in funzione di particolari condizioni operative) è il seguente :

- **CAP serie BASSA / dest.=260mm**  
150g componente A (poliolo) + 300g componente B (isocianato).
- **CAP serie BASSA / dest.=320mm**  
210g componente A (poliolo) + 420g componente B (isocianato).

L'operazione, che deve essere eseguita secondo le indicazioni della scheda tecnica del prodotto, valutando caso per caso, le condizioni al contorno, quali temperatura, volumi da riempire ecc.... deve considerarsi positiva all'avvenuto riscontro della fuoriuscita di resina, dopo la fase di espansione, dal secondo ugello laterale adottato come 'foro spia'.

#### **PROTEZIONE ANTICORROSIVA PIASTRA METALLICA DI RIPARTIZIONE (testata tirante)**

-  
La protezione anticorrosiva della piastra metallica di ripartizione, comunque già parzialmente realizzata coi provvedimenti descritti al punto precedente (posa cappello protettivo esterno + sigillatura con grasso passivamente), ove specificatamente richiesto **può essere integrata** tramite l'applicazione delle vernici epossidiche bicomponenti meglio descritte al precedente punto 5.18, ovvero **Duresil.EB** (Mapei) o **Mastersel.110** (BASF).

Revisione Rev. C – 31 agosto 2015	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--------------------------------------	--	---

## **5.20) GRASSO PASSIVANTE (prodotto conforme a norma ETAG 013)**

Il grasso passivante denominato **Unigel 128F-1** (o altro analogo prodotto di pari caratteristiche fisico-chimiche), impiegato per la protezione anticorrosiva dell'armatura nella parte libera del tirante, è un prodotto specifico per il riempimento totale degli interstizi dei fili del trefolo finalizzato all'isolamento dei medesimi rispetto all'ingresso ed attacco da agenti nocivi esterni.

Esso viene inoltre impiegato per proteggere le testate dei tiranti (dopo la messa in tiro) riempiendo il dispositivo di protezione collocato esternamente, attorno alla testata medesima.

Il prodotto viene pompato ed utilizzato a freddo

## **7) FABBRICAZIONE, STOCCAGGIO e SPEDIZIONE**

Rif.: UNI EN 1537:2013 / par. 8.2

### **STOCCAGGIO**

Tutti i tiranti, realizzati come descritto al punto precedente, sono identificati con numero di matricola e caratteristiche riportate con pennarello indelebile sulle estremità.

Ogni elemento viene successivamente arrotolato, con girella azionata da motore elettrico, reggettato previa applicazione di fasce protettive ed impilato, a formare pacchi da 5 a 10 tiranti.

Le caratteristiche dei tiranti ed i riferimenti della commessa di lavoro sono riportate sia ciascun tirante sia sul pacco assemblato, per la loro inequivocabile identificazione.

Ove la fornitura sia prevista per cantieri logisticamente disagiati, per il cui raggiungimento dovranno essere eseguite più movimentazioni in fasi successive (carichi e scarichi su automezzi e/o navi) DECA srl consiglia la realizzazione di imballo dei singoli fasci, arrotolati in gabbie metalliche rigide e movimentabili con fork-lift o gru.

Le piastre di ancoraggio ed i relativi dispositivi di bloccaggio, oltre ad eventuali altri accessori, vengono stoccati per singola commessa, unitamente ai tiranti, nell'area di magazzino destinata alle spedizioni.

### **SPEDIZIONE**

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

Il carico di tiranti sui mezzi di trasporto, in partenza dal magazzino DECA srl, avviene a mezzo di carro ponte, avendo cura di non danneggiare né gli imballi né i singoli tiranti nei loro singoli componenti.

### **MODALITA' per LIMITAZIONE ESPOSIZIONE COMPONENTI ai RAGGI U.V.**

Tutta la componentistica integrativa predisposta per l'assemblaggio del singolo tirante, sia di tipo permanente che di tipo temporaneo, è stata sottoposta, con esito positivo, alle prescritte prove di invecchiamento accelerato (presso i laboratori del Politecnico di Milano) e certificata come tale.

Sono comunque previste, adottate e suggerite, come buona norma gestionale, modalità operative tese a limitare, nello specifico, l'esposizione ai raggi U.V. dei vari elementi prima della loro installazione, ed in particolare :

- Durante la fase di immagazzinamento dei componenti ed allestimento dei tiranti, nonché di successivo stoccaggio, viene garantita, in stabilimento, la protezione contro l'azione degli agenti esterni collocando gli elementi (singoli o assemblati), in ambito di strutture chiuse, coperte ed areate, al riparo dall'azione degli agenti atmosferici (gelo / pioggia / sole).
- Durante le fasi di trasporto in cantiere, per viaggi di lunga durata, è raccomandato l'impiego di cassoni telonati, a scopo protettivo.
- I componenti integrativi forniti sciolti e da assemblare in opera, quali centratori esterni, copribloccaggi, cap di protezione, dispositivo protezione sottopiastra...., sono raggruppati in casse chiuse, di legno e/o cartone.
- Dopo lo scarico in cantiere è opportuno che il committente provveda a depositare ogni elemento, assemblato o meno, ove non immediatamente installato, in luogo coperto ed al riparo dall'azione del gelo e/o del sole.
- Prima dell'installazione il committente è tenuto a verificare le condizioni degli elementi e della componentistica impiegata, particolarmente nel caso in cui la stessa fosse rimasta soggetta a lunghi periodi di deposito in cantiere.
- E' opportuno, in ogni caso, limitare, per quanto possibile, lo stoccaggio dei tiranti in cantiere e programmare le fasi di fornitura in funzione della sequenza di installazione.

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

## **9) OPERAZIONI e LAVORAZIONI di CANTIERE**

### **9.2.a) Operazioni e Lavorazioni di Cantiere**

#### **MESSA in OPERA TIRANTI con inclinazione SUBVERTICALE**

Per la realizzazione del perforo occorrerà impiegare attrezzature di perforazione adeguate, funzionanti a rotazione o rotopercolazione, in relazione alla tipologia di terreno in cui si sta operando.

Le modalità di perforazione sono devono essere previste dalle specifiche tecniche operative indicate dal progettista dell'opera

Terminata l'esecuzione del perforo, secondo le modalità operative e le geometrie progettualmente previste, deve essere garantita sia la pulizia del foro medesimo, per l'immediata introduzione del tirante (completo di centratori nella parte ancorata) sia la formazione di una idonea svasatura d'imbocco per il posizionamento dei dispositivi di testata.

Ove il tirante avesse ingombri significativi (diametro e/o lunghezza) è consigliabile l'uso di una girella per agevolare l'introduzione dell'elemento all'interno del perforo, evitando quindi rotture localizzate dei vari componenti che potrebbero comprometterne la funzionalità.

In presenza di terreni 'sciolti' nei quali le pareti del foro tendono facilmente a collassare e/o rilasciarsi, occludendo la sezione passante, l'esecuzione della perforazione dovrà prevedere l'avanzamento con impiego di un adeguato tubo di rivestimento provvisorio, a tutta e/o parziale lunghezza, il quale potrà essere estratto, gradualmente, via via che si procederà con le operazioni di iniezione e cementazione del tirante medesimo, avendo cura di garantire il costante ricoprimento tra livello di miscela immessa e quota di estrazione del tubo.

Nella fase di posa del tirante si dovrà aver cura di mantenere distaccata, dall'estremità del foro, la parte terminale del tirante, particolarmente nel caso di perfori con notevole inclinazione sull'asse orizzontale, al fine di evitare che i condotti della miscela cementizia possano otturarsi.

Al fine di consentire la corretta esecuzione delle operazioni di tensionamento il tirante dovrà essere posizionato in modo che, a bocca foro, i trefoli possano conservare una frusta libera di almeno 70 cm oltre il filo di riferimento della struttura o elemento di ripartizione su cui andranno a riscontrare le teste metalliche di ancoraggio.

### **9.2.b) Operazioni e Lavorazioni di Cantiere**

#### **MESSA in OPERA TIRANTI con inclinazione VERSO ALTO**

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

L'applicazione risulta poco usuale per quanto riguarda i tiranti a trefoli, particolarmente per casistiche con sensibile deviazione dalla orizzontale.

Tuttavia, in caso di puntuale e specifica esigenza operativa, potranno adottarsi i seguenti provvedimenti operativi.

- 1) La perforazione potrà essere eseguita impiegando le usuali tecnologie, con utilizzo di attrezzature e dispositivi idonei ad operare con inclinazione verso alto.
- 2) In funzione della natura del terreno, delle condizioni geologiche locali, nonché della lunghezza e tipologia di tirante (2-8 trefoli), progettista e committente, dovranno prevedere, in dettaglio, tutte le specifiche esecutive e modalità operative da adottare al fine di garantire l'adeguato completamento della perforazione ed il corretto posizionamento della struttura del tirante sino all'avvenuta presa della cementazione dell'ancoraggio.
- 3) I tiranti, sia di tipo permanente che temporaneo, dovranno essere comunque sempre dotati di sacco otturatore (la cui posizione dovrà essere prescritta dal progettista), avente la funzione sia di garantire il posizionamento del fascio di trefoli all'interno del foro (dopo l'avvenuta cementazione) sia di garantire idoneo confinamento della sezione corrente e consentire la necessaria cementazione del tratto di ancoraggio, per la lunghezza prevista.
- 4) Le operazioni di cementazione devono essere previste con le stesse sequenze e modalità prescritte per le analoghe tipologie di tiranti eseguiti con inclinazione verso il basso.
- 5) Ove opportuno, le miscele di cementazione, potranno essere integrate con additivi acceleranti di presa, con onere di valutazione a cura di progettista e committente.
- 6) Le diverse fasi di iniezione potranno essere completate utilizzando i tubi di iniezione e sfiato ugualmente previsti per i tiranti inclinati verso il basso.
- 7) Poiché, nel caso specifico, l'avanzamento della cementazione, per ciascuna singola fase, deve avvenire dal basso verso l'alto (al fine di garantire idoneo spurgo della miscela ed adeguato intasamento dei vuoti) le posizioni terminali dei tubi di iniezione e sfiato, previsti per ogni fase di cementazione, dovranno essere invertite, in modo che l'immissione della miscela cementizia possa avvenire a partire dalla porzione inferiore dell'intercapedine da cementare (sacco incluso) ed il relativo sfiato possa avvenire nella parte sommitale della medesima.
- 8) Per quanto sopra lo scrivente produttore, in caso di specifica richiesta, provvederà a realizzare l'adeguamento tipologico sopra descritto, mantenendo inalterata la funzione dei tubi di iniezione/sfiato, in funzione della loro colorazione, come già previsto nella casistica generale dei tiranti inclinati verso il basso.
- 9) I tiranti specificatamente assemblati per posizionamento verso l'alto saranno accompagnati da idoneo cartellino riportante la scritta "tirante idoneo per solo posizionamento verso alto".
- 10) Inoltre nei documenti accompagnatori sarà specificatamente indicata la dizione "tirante/i non impiegabile/i per posizionamento verso il basso"

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>ISTRUZIONE OPERATIVA</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	---	---

### 9.3) Operazioni e Lavorazioni di Cantiere

#### OPERAZIONI di INIEZIONE

#### **GENERALITA' → Rif.: UNI EN 1537:2013 / par. 8.3**

L'iniezione svolge una o più delle seguenti funzioni:

- a) formare la parte vincolata del tirante in modo che il carico applicato possa trasferirsi dall'armatura al terreno circostante;
- b) proteggere l'armatura contro la corrosione;
- c) consolidare il terreno immediatamente adiacente alla lunghezza vincolata, in modo da migliorare la capacità di ancoraggio del terreno;
- d) impermeabilizzare il terreno adiacente alla lunghezza vincolata, in modo da limitare le perdite di miscela d'iniezione.

**Nota** → Se il volume di malta, iniettato con una pressione non superiore alla pressione totale del terreno soprastante, supera tre volte il volume del foro, viene indicato il generale riempimento della cavità che va al di là delle condizioni correnti di esecuzione dei tiranti.- In tali casi può essere necessario un riempimento della cavità prima di iniettare i tiranti; si tratta di un generale intasamento di cavità che esula dalla normale costruzione del tirante.

Le funzioni c) e d) suindicate dovrebbero richiedere soltanto assorbimenti nominali di miscela.

Per realizzare la lunghezza vincolata di un tirante senza perdite incontrollate di malta si possono considerare le seguenti operazioni:

- collaudo del foro
- preiniezione
- iniezione del tirante.

#### **Collaudo del foro → Rif.: UNI EN 1537:2013 / par. 8.3**

A foro completato o durante l'iniezione del tirante, si deve procedere in modo da assicurare il completo intasamento del tratto vincolato dopo l'iniezione.

Ciò può essere fatto per esempio con prova d'acqua, prove di assorbimento di malta a gravità o a pressione.

#### **Nota 1 - Prova d'acqua**

Il probabile assorbimento di malta cementizia in roccia può essere stimato in base a una prova d'acqua – Solitamente si procede con prova a carico decrescente operando sull'intero foro oppure soltanto sul tratto vincolato usando un otturatore. - Un'iniezione preliminare non è in generale necessaria se la percolazione o la perdita d'acqua nel foro o nel tratto vincolato è inferiore a 5 l/min con una sovrappressione di 0,1 MPa, con misura su un tempo di 10 min.

**Nota 2 - Prova d'iniezione a gravita**

Se l'iniezione a pressione della lunghezza vincolata del tirante non si effettua come corrente procedura esecutiva, il foro può essere riempito in via preliminare con la malta, rilevando il corrispondente livello fino a stabilizzazione. - Se il livello continua a scendere, si dovrebbe riempire ulteriormente il foro, riprofondendolo dopo sufficiente indurimento della malta e ripetendo le prove. - La prova può essere attuata sull'intero foro o limitata alla lunghezza vincolata usando un otturatore o inserendo un tubo di rivestimento sulla lunghezza libera.

**Nota 3 - Iniezione sotto pressione**

Per tiranti eseguiti con iniezione a pressione del tratto vincolato, di solito si opera con sezionamento durante l'estrazione controllata del tubo di rivestimento o usando un otturatore o un tubo con valvole d'iniezione a manicotto. - Durante l'iniezione, una portata regolare sotto una pressione controllata corrisponde a uno svolgimento soddisfacente. - Ultimata l'iniezione del tratto vincolato, si può accertare l'efficienza di tale fase verificando il comportamento del terreno verso un'ulteriore iniezione di malta, quando la contropressione dovrebbe essere raggiunta rapidamente.

**Iniezione preliminare → Rif.: UNI EN 1537:2013 / par. 8.3**

L'iniezione preliminare dovrebbe essere effettuata riempiendo il foro con miscela cementizia. - Per ridurre l'assorbimento di malta s'impiega generalmente una miscela di sabbia/cemento per le rocce e per i terreni coesivi da molto rigidi a duri con fessure parzialmente intasate o vuote, come pure in terreni sciolti permeabili. - Ultimata l'iniezione preliminare, si dovrebbe ripetere il controllo del foro e, se necessario, riprofondare e ripetere l'iniezione.

**Iniezione preliminare in roccia → Rif.: UNI EN 1537:2013 / par. 8.3**

In presenza di rocce tenere è importante stabilire il momento della riprofondazione in base all'indurimento della malta, così da evitare problemi di deviazione del foro. - In pratica le iniezioni chimiche non dovrebbero essere necessarie; tuttavia se impiegate, si dovrebbe accertare che i prodotti chimici non abbiano effetto deleterio sul tirante o sull'ambiente (per esempio contaminazione del terreno o falda).

Se una prova d'acqua rivela una comunicazione idraulica con un tirante vicino non ancora posto in tensione, non si dovrebbe procedere alla sua messa in tensione prima che la malta abbia fatto presa.

**Iniezione preliminare in terreno sciolto → Rif.: UNI EN 1537:2013 / par. 8.3**

L'iniezione preliminare può essere richiesta se il controllo del foro ha dimostrato che il terreno è molto permeabile o che la malta può essere iniettata con portate elevate senza dar luogo a pressioni di rifluimento. - L'iniezione preliminare non può essere considerata una procedura abituale, ma una misura cautelativa se si suppone che persistano le suddette condizioni del terreno.

In circostanze eccezionali può essere necessario un riempimento generale dei vuoti per migliorare la resistenza globale del terreno.

In questo caso tale provvedimento non dovrebbe essere considerato parte di una usuale costruzione di tiranti.

**Iniezione del tirante → Rif.: UNI EN 1537:2013 / par. 8.3**

Si dovrebbe procedere all'iniezione al più presto possibile dopo la perforazione.

Iniettando con il metodo a gravità, l'estremità del tubo di colata deve restare immersa nella malta entro il tratto vincolato del tirante e l'iniezione deve proseguire finché la consistenza della malta rifluente è uguale a quella della malta iniettata.

Si dovrebbe iniettare partendo sempre dal punto più basso della sezione.

Per i fori orizzontali o inclinati verso l'alto si richiede una guarnizione o un otturatore per evitare perdite di malta dalla lunghezza vincolata del tirante, come anche dall'intero foro.

L'aria e l'acqua devono poter rifluire, in modo da permettere un completo intasamento.

Installando tiranti quasi orizzontali, si dovrebbero adottare accorgimenti particolari, come iniezioni in pressione ripetute in fasi multiple, per evitare che rimangano dei vuoti nella sezione da iniettare.

Quando si prevedono iniezioni a sequenza multipla o re-iniezioni nella lunghezza vincolata del tirante, si dovrebbe incorporare nel tirante un tubo con valvole d'iniezione a manicotto.

In certe condizioni di terreno, quando la colonna iniettata è adeguatamente confinata in corrispondenza alla lunghezza libera, un certo carico può trasferirsi dalla lunghezza vincolata alla lunghezza libera e dietro la struttura ancorata.

Se necessario, si possono adottare uno o più dei seguenti provvedimenti:

- spurgare la miscela rifluita dietro la struttura;
- sostituire la miscela del tratto libero con un materiale che non trasmette la trazione;
- disporre un otturatore in testa al tratto vincolato.

Iniezioni ad alta pressione e ripetute possono essere usate per aumentare la resistenza di ancoraggio, forzando ulteriore malta nel terreno e aumentando così le tensioni normali all'interfaccia terreno/malta, intervenendo prima o dopo la posa dell'armatura.

L'entrata di acqua artesianica nel foro dovrebbe essere controbilanciata con un maggior carico di malta oppure con una iniezione preliminare, indipendentemente dalla portata d'acqua.

**RACCOMANDAZIONI OPERATIVE per esecuzione INIEZIONI CEMENTIZIE**

La cementazione del tirante deve essere eseguita subito dopo l'alloggiamento dello stesso nel foro, impiegando miscele cementizie (boiaccia o malta), secondo prescrizioni progettuali ed adottando idonei sistemi ed attrezzature di miscelazione capaci sia di erogare la miscela confezionata alle pressioni prescritte ( $p_{max} \leq 55\text{bar}$ ) sia di consentire la rilevazione delle pressioni tramite appositi manometri.

In funzione della tipologia dei tiranti impiegati la cementazione sarà eseguita a bassa pressione ( $p_{max} \leq 10\text{bar}$ ), nel caso di tiranti con condotti non valvolati o ad alta pressione in caso di condotti valvolati ( $p_{max} \leq 55\text{bar}$ ).

In quest'ultimo caso, in presenza di tubi valvolati  $\phi = 27 \times 33,3\text{mm}$ , verrà impiegato un packer 'a doppio pistoncino'.



L'iniezione ad alta pressione sarà fatta alcune ore dopo (5 o 6 ore) la formazione della camicia cementizia fra la parete del foro ed il tirante, con lo scopo precipuo di realizzare nella stessa delle sbulbature, che andranno ad incrementare l'aderenza del tirante al terreno.

Ove nell'assemblaggio del tirante sia stata prevista la presenza del sacco otturatore, questo sarà iniettato (riempito), con 'boiaccia densa', il giorno precedente alla cementazione del tirante stesso, creando, in tal modo, un diaframma di separazione idoneo a consentire l'iniezione della miscela cementizia in pressione, a valle del sacco, nel tratto di ancoraggio.

In presenza di venute di acqua abbondanti, all'interno del perforo, che potrebbero dilavare la miscela cementizia di iniezione, oltre a ricorrere alle operazioni di cementazione preliminare (previste dalla norma UNI 1537/2013), si potrà prevedere, sia di impiegare specifici additivi cementizi (acceleranti ed espansivi), sia di inserire, nel perforo, di un tubo metallico di spessore 3 mm, finestrato e/o manchettato, per l'intera lunghezza e con tappo a fondo foro.

Con l'impiego di un idoneo packer si potrà iniettare malta cementizia in pressione, da ciascuna valvola, in modo che il tubo aderisca saldamente alle pareti del foro e possa quindi trattenere e confinare all'esterno l'acqua filtrante

Eseguita la cementazione e lavato internamente il suddetto tubo si potrà inserire nello stesso, in modo coassiale, un tirante semplice, monoviplato, iniettabile fino a bocca foro.

Si potrà così evitare il dilavamento della miscela cementizia conseguente alle venute d'acqua ed assicurare la totale aderenza del tirante alla camicia metallica e, tramite quest'ultima, alle pareti del foro, consentendo quindi al tirante di svolgere comunque le propria funzione statica.

## TIPOLOGIE e MODALITA' di INIEZIONE

I tiranti di produzione DECA srl consentono la realizzazione di diverse modalità di iniezione e/o cementazione, in funzione delle modalità di assemblaggio dei medesimi.

In particolare si distinguono le seguenti modalità operative :

- iniezione a bassa pressione ( $p_{max} \leq 10\text{bar}$ ), in fase unica (IGU)
- iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 55\text{ bar}$ ), ripetuta (I.R.)
- iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 40\text{bar}$ ), ripetuta e selettiva (I.R.S.)

### **Iniezione a bassa pressione ( $p_{max} \leq 10\text{ bar}$ ), in fase unica (IGU)**

La cementazione dell'ancoraggio avviene, in unica fase, con l'impiego di tubi di iniezione ( $\phi 16 \times 20\text{mm}$  +  $\phi 12 \times 16\text{mm}$ ) e tubi di fiato ( $\phi 12 \times 16\text{mm}$ ), contraddistinti come meglio indicato ai paragrafi 4) e 5) relativi alle modalità di assemblaggio dei tiranti, in relazione alla presenza, o meno, di un eventuale sacco otturatore :

### **Iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 55\text{ bar}$ ), ripetuta (I.R.)**

La cementazione dell'ancoraggio avviene in fasi successive :

L'iniezione primaria ( $p_{max} \leq 10\text{bar}$ ) viene eseguita con l'impiego di tubi di iniezione ( $\phi 16 \times 20\text{mm}$  +  $\phi 12 \times 16\text{mm}$ ) e tubi di sfiato ( $\phi 12 \times 16\text{mm}$ ), contraddistinti come meglio indicato ai paragrafi 4) e 5) relativi alle modalità di assemblaggio dei tiranti, in relazione alla presenza, o meno, di un eventuale sacco otturatore :

La 'post-iniezione', ad alta pressione ( $p_{max} \leq 55\text{ bar}$ ), ripetuta (I.R.) può essere effettuata, trascorse alcune ore dall'esecuzione dell'iniezione primaria (6-12ore max), con l'ausilio di un tubo valvolato ( $\phi 15 \times 21\text{mm}$ ) posizionato (a mezzo nastratura), esternamente al fascio di trefoli (e passante all'interno del sacco otturatore ove questo sia previsto).

Il tubo è dotato di valvole di iniezione ( $i=33-150\text{cm}$ ), disposte in base alle prescrizioni progettuali ed esecutive fornite dal Progettista dell'opera e di un 'ritorno cieco', con tappo, a bocca foro.

L'iniezione ripetuta di miscela cementizia in pressione, operando da boccaforo, consente di creare sbulbature sulla camicia cementizia precedentemente realizzata e migliorare l'effetto di aderenza bulbo-terreno.

Terminata ogni fase di iniezione il tubo può essere 'lavato' (rimuovendo il tappo dell'elemento cieco di ritorno a boccaforo), al fine di poter ripetere, più volte, se necessario/previsto, l'operazione di iniezione ad alta pressione.

### **Iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 40$ bar), ripetuta e selettiva (I.R.S.)**

La cementazione dell'ancoraggio avviene in fasi successive :

L'iniezione primaria ( $p_{max} \leq 10$  bar) viene eseguita con l'impiego di tubi di iniezione ( $\phi 16 \times 20$  mm +  $\phi 12 \times 16$  mm) e tubi di sfiato ( $\phi 12 \times 16$  mm), contraddistinti come meglio indicato ai paragrafi 4) e 5) relativi alle modalità di assemblaggio dei tiranti, in relazione alla presenza, o meno, di un eventuale sacco otturatore :

La 'post-iniezione', ad alta pressione ( $p_{max} \leq 40$  bar), ripetuta e selettiva (I.R.S.) può essere effettuata, trascorse alcune ore dall'esecuzione dell'iniezione primaria (6-12 ore max), con l'ausilio di un tubo valvolato ( $\phi 27 \times 33,3$  mm), posizionato (a mezzo nastratura), esternamente al fascio di trefoli (e passante all'interno del sacco otturatore ove questo sia previsto).

Il tubo è dotato di valvole di iniezione ( $i=33-150$  cm), disposte in base alle prescrizioni progettuali ed esecutive fornite dal Progettista dell'opera.

L'iniezione ripetuta di miscela cementizia in pressione, operando in modo selettivo, valvola per valvola, con l'impiego di packer 'a doppio pistoncino' consente di creare sbulbature sulla camicia cementizia precedentemente realizzata e migliorare l'effetto di aderenza bulbo-terreno.

Terminata ogni fase di iniezione il tubo può essere 'lavato' e riutilizzato per successive operazioni di iniezione. .

## **SEQUENZE OPERATIVE per INIEZIONI RIPETUTE in PRESSIONE (I.R. + I.R.S)**

### **Tiranti PERMANENTI**

In presenza di **tiranti di tipo permanente**, dotati di guaina corrugata protettiva del tratto di ancoraggio, ove sia prevista l'esecuzione di iniezioni ripetute in pressione (I.R), eventualmente di tipo selettivo (I.R.S.), la sequenza operativa prevedibile è la seguente:

- introduzione del tirante all'interno del foro
- iniezione del sacco otturatore ( se previsto)
- esecuzione dell'iniezione primaria, a bassa pressione ( $p_{max} \leq 10$  bar) tramite tubi di iniezione e sfiato ( $\phi 12 \times 16$  mm), all'interno della guaina corrugata, nel tratto di fondazione
- esecuzione dell'iniezione primaria, a bassa pressione ( $p_{max} \leq 10$  bar) tramite tubi di iniezione ( $\phi 16 \times 20$  mm) e tubi di sfiato ( $\phi 12 \times 16$  mm), all'esterno della guaina corrugata, operando mediante il tubo  $\phi 16 \times 20$  mm passante attraverso il puntale, al fine di realizzare la cementazione dell'intercapedine tra parete del foro e guaina corrugata
- esecuzione iniezione di malta cementizia in pressione ( $p_{max} \leq 40-55$  bar) :
  - tipo I.R. → con impiego di tubo valvolato  $\phi 15 \times 21$  mm - ( $p_{max} \leq 55$  bar)
  - tipo I.R.S → con impiego di tubo valvolato  $\phi 27 \times 34$  mm - ( $p_{max} \leq 40$  bar)
  -

<p>Revisione</p> <p>Rev. C – 31 agosto 2015</p>	<p><b>MANUALE TECNICO</b></p> <p><b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b></p>	 <p>Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA</p>
---	--	---

## **MISCELE di INIEZIONE**

Le specifiche operative del progetto esecutivo devono prevedere, a cura del progettista dell'opera :

- la caratterizzazione delle malte cementizie da confezionare e dei materiali base di riferimento (cemento, acqua, additivi vari ecc..).
- la composizione delle miscele e la tipologia dei controlli da effettuarsi sulle medesime

In caso di iniezioni ripetute in pressione le specifiche operative del progetto esecutivo devono riportare sufficienti ed esaustive indicazioni relative a :

- interasse valvole
- pressioni residue dopo ogni fase di iniezione
- pressioni da adottare per l'iniezione primaria
- volumi di miscela da iniettarsi, valvola per valvola, in funzione del diametro del perforo
- pressioni residue minime da riscontrarsi a boccaforo al raggiungimento del limite volumetrico minimo prescritto
- parametri di riferimento per definire l'esigenza della re-iniezione

Revisione Rev. C – 31 agosto 2015	<b>MANUALE TECNICO</b> <b>TIRANTI a trefoli di tipo PERMANENTE</b>	 Via Bressanone, 9 - 16154 GENOVA
--------------------------------------	---	---

## 9.4) Operazioni e Lavorazioni di Cantiere

### PROCEDURA di TENSIONAMENTO

La messa in tensione del tirante è necessaria per assolvere le seguenti funzioni (UNI 1537:2013 / p.8.4) :

- accertare e registrare il comportamento del tirante sotto carico
- mettere in trazione l'armatura e fissarla al suo tiro di bloccaggio

Le suddette operazioni e la registrazione dei relativi parametri devono essere svolte da personale esperto, sotto il controllo di tecnici qualificati nello specifico settore, nonché con l'ausilio del fornitore della attrezzatura di tiro

La tesatura del tirante deve essere eseguita applicando i tiri prescritti dalle specifiche progettuali esecutive

E' tuttavia importante evidenziare che l'operazione di messa in tensione del tirante, come documentato in ambito della letteratura specialistica in materia, deve essere fatta a livelli di carico tali da consentire a ciascuno dei i tre cunei dentati del singolo bloccaggio di originare una marcata incisione sui fili del singolo trefolo.

Il livello ottimale minimo di tensionamento risulta, per quanto sopra, pari ad almeno 100 kN per trefolo.

Si sconsiglia vivamente, in ogni caso, di procedere con valori di tensionamento inferiori al 50% della capacità in esercizio del trefolo standard da 0.6", ovvero con tiri inferiori ai 75 kN/trefolo.

### PROCEDIMENTO di MESSA in TENSIONE → Rif.: UNI EN 1537:2013 / p.8.4

Se si richiede di sottoporre a carico la struttura ancorata per controllare la sequenza o le fasi di carico sui tiranti, ciò deve essere specificato a livello di progetto.

La struttura ancorata dovrebbe essere progettata in modo da fornire una reazione che consenta la prova di carico sui tiranti in accordo con 9.

I metodi di messa in tensione e di registrazione del carico da applicare in ogni operazione di prova e di tiro dovrebbero essere precisati in dettaglio prima di ogni intervento.

Si dovrebbe usare l'attrezzatura in accordo con le istruzioni operative del fabbricante.

Messa in tensione o prova dovrebbero essere eseguite solo dopo sufficiente indurimento della malta nella lunghezza vincolata, cosa che generalmente richiede (*almeno*) sette giorni.

In terreni coesivi sensibili può essere opportuno specificare un periodo di tempo minimo fra la completa installazione del tirante e la sua messa in tiro, per consentire al terreno di riprendere le sue proprietà.

Durante le prove o la messa in tensione di tiranti operativi non dovrebbero derivare incisioni sull'armatura sotto la testa da parte dei cunei di afferraggio, né danni alla protezione anticorrosione.

## 9.5) Operazioni e Lavorazioni di Cantiere

## DISPOSITIVI di TENSIONAMENTO

L'operazione di tesatura del tirante è essenziale ai fini del buon funzionamento del dispositivo di bloccaggio.

Occorre innanzitutto che siano impiegate attrezzature perfettamente funzionanti, dotate di strumenti di misura tarati e con certificazioni disponibili, non antecedenti ai sei mesi.

Esse devono essere munite di sistema di incuneaggio idoneo alla geometria del cuneo del dispositivo di bloccaggio impiegato, pena il rischio di un improprio bloccaggio, particolarmente nel caso di tesatura a livelli di forze non elevate. → In questi casi il trefolo può, al limite, rientrare lentamente, incidendo la dentatura del cuneo ed innescando la disattivazione del ultimo il bloccaggio..

La tesatura del tirante deve essere omogenea e simultanea su tutti i trefoli del tirante.

In nessun caso si potrà operare con un unico martinetto sui diversi trefoli del tirante singolarmente.

Carichi disomogenei applicati sui diversi trefoli del tirante potrebbero provocare la disattivazione dei bloccaggi effettuati in precedenza sugli altri trefoli del tirante.

In fase di tiro il cuneo deve lasciar scorrere liberamente il trefolo, aprendosi nelle sue sezioni e ciò è possibile soltanto se il puntale del martinetto poggia esclusivamente sulla bussola, mentre il pistoncino di incuneaggio ha possibilità di rientrare di quanto necessario.

Nel caso in cui ciò non avvenga il conseguente passaggio forzato del trefolo provoca un danneggiamento della dentatura del cuneo annullandone o quasi le capacità di bloccaggio.

Un bloccaggio in tali condizioni, oppure ossidato dalla presenza di ruggine conseguente all'esposizione agli agenti esterni, potrà facilmente essere soggetto a fenomeni di rilascio e cedimento, concomitanti con possibili incrementi di spinta generati dal manufatto contrastato.

Inoltre, ai fini del corretto funzionamento del sistema di bloccaggio dei trefoli è essenziale l'assoluta e corretta ortogonalità fra la testata di ancoraggio ed asse tirante, essendo ammissibile una tolleranza massima di  $\pm 3\%$ .

## DESCRIZIONE e CARATTERISTICHE dei DISPOSITIVI di APPLICAZIONE del TIRO

Per le operazioni di collaudo e di tensionamento del tirante geotecnico vengono impiegate centraline idrauliche dotate di un tubo di mandata ed uno di ritorno, da collegare, tramite un elemento distributore, ad un numero di martinetti corrispondenti al numero di trefoli del tirante da tensionare.