

La separazione delle giunzioni in applicazioni sopra suolo possono essere prevenuti da staffe di ancoraggio propriamente progettate o più semplicemente mediante l'uso di sistemi di giunzione reggisplinta.

Dove sono coinvolti tubi di grande diametro operanti ad elevate pressioni, si sviluppano sforzi assiali di alcune decine di kilonewton, particolarmente durante le operazioni di prova della pressione (vedere prospetto B.1).

- 6.1.4** Quando durante lo stadio progettuale si sa che la tubazione necessita di essere smantellata durante il corso della sua vita operativa allora dovrebbe essere utilizzato un tipo di giunzione appropriato.

6.2 Giunzioni intere con anello di gomma

- 6.2.1** Una giunzione integrale con anello di gomma consiste di una guarnizione elastomerica posizionata in una impronta nel bicchiere che è parte integrale del tubo o raccordo. La guarnizione (anello sigillante) è compressa per formare una tenuta a pressione quando l'estremità del codolo di un tubo o raccordo è inserito nel bicchiere. I profili dell'anello e del bicchiere dipendono dai progetti di ogni singolo fabbricante. Gli anelli che devono essere utilizzati devono essere quelli forniti dal fabbricante per il proprio sistema di assemblaggio. Se la guarnizione non è posizionata al suo posto durante la spedizione, l'impronta dovrebbe essere pulita, gli elementi estranei rimossi e l'anello posizionato nell'impronta come richiesto dal fabbricante.

- 6.2.2** Per poter soddisfare i requisiti della qualità dell'acqua e della biodegradazione, le guarnizioni elastomeriche sono generalmente fatte con materiali sintetici, per esempio copolimero di etilene-propilene-diene (EPDM), gomma butadiene-stirene (SB) o una combinazione di gomma naturale e sintetica.

- 6.2.3** Le giunzioni integrali con anello di gomma generalmente non sopportano le spinte di estremità. Si dovrebbe porre particolare attenzione alla corretta progettazione dei blocchi d'ancoraggio e della loro posizione nel sistema della tubazione (vedere 10.2.8). I blocchi d'ancoraggio dovrebbero essere progettati per sostenere lo sforzo massimo sviluppato a causa della pressione interna quando è applicata la pressione di prova. Esempi di disegni di blocchi d'ancoraggio, posizioni e costruzioni sono mostrati nella figura B.7. Un prospetto che mostra le forze generate è fornito nel prospetto B.1.

In certi Paesi europei è pratica comune provvedere dei vincoli contro la spinta includendo delle giunzioni reggisplinta nei punti strategici nell'interno del sistema. Dove questa pratica è accettabile, si dovrebbero cercare consigli del fabbricante dei tubi o del raccordo per aiutare l'identificazione dei siti dove le giunzioni reggisplinta dovrebbero essere applicate.

- 6.2.4** L'assemblaggio corretto di una giunzione integrale con anello di gomma richiede che l'estremità del codolo del tubo sia smussata e correttamente lubrificata prima dell'inserimento nel bicchiere. Il lubrificante dovrebbe anche essere applicato all'anello elastomerico quando questo è stato sistemato nell'impronta.

Il lubrificante utilizzato non dovrebbe avere alcun effetto negativo sul tubo, sui raccordi, sugli ausiliari o sulla guarnizione elastomerica e non deve essere tossico, non deve impartire alcun odore o sapore all'acqua e non deve facilitare la crescita dei batteri.

In conformità al punto 4.2 della EN 1452-1:1999, il lubrificante non deve influenzare la qualità dell'acqua. Dovrebbero essere utilizzati solamente lubrificanti raccomandati dal fabbricante, dei tubi e raccordi.

Appena il codolo del tubo e l'anello elastomerico sono lubrificati, l'estremità del codolo dovrebbe essere introdotta nel bicchiere così da evitare ogni rischio di insudiciare o inquinare.

Dopo aver allineato i tubi sia sul piano orizzontale che verticale, l'estremità del codolo dovrebbe essere inserita nel bicchiere fino alla linea di riferimento nel codolo.

I tubi possono essere tagliati nel sito. Se questo è necessario il taglio dovrebbe essere squadrato e le estremità dal taglio sbavate e/o smussate all'angolo ed alle dimensioni fornite nella EN 1452-2:1999.

9 STOCCAGGIO, MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO DEI RACCORDI, DELLE VALVOLE E DEGLI ACCESSORI

9.1 I raccordi, le valvole e gli accessori di PVC-U sono leggeri e facili da maneggiare e conseguentemente per tale fatto possono più facilmente essere trattati con scarsa cura rispetto ai componenti di materiali metallici.

Attraverso tutti gli stadi dello stoccaggio, movimentazione e trasporto essi dovrebbero essere preservati da danni e contaminazioni e essere tenuti separati dai tubi e non giuntati temporaneamente ad essi fino al momento dell'installazione. Quando i raccordi sono forniti impachettati essi dovrebbero essere tenuti nell'imballo individuale fornito dal fornitore, assieme a tutti gli anelli, guarnizioni, dadi, bulloni e accessori.

9.2 La resistenza all'impatto dei raccordi, valvole ed accessori di PVC-U è ridotta quando fa freddo e vi è necessità di maggior cura quando si movimentano questi prodotti a temperature sotto 0 °C. Se le temperature vanno sotto i -15 °C, dovrebbero essere ottenute istruzioni speciali dal fabbricante.

I raccordi, valvole ed accessori dovrebbero essere utilizzati in ordine di consegna per assicurare la corretta rotazione della scorta. I prodotti sono marcati con la data della fabbricazione e dovrebbero essere fatti controlli per assicurare che la scorta sia in rotazione sulla base di "il più vecchio prima".

10 INSTALLAZIONE

10.1 Generalità

10.1.1 La prestazione a lungo termine delle tubazioni a pressione di PVC-U è direttamente influenzata dalla qualità della manodopera e dai materiali utilizzati nell'installazione del prodotto. È raccomandata una supervisione competente in tutti gli stadi.

10.1.2 Si dovrebbe avere una ragionevole cura quando si maneggiano e si installano tubi e componenti di PVC-U. Si dovrebbe avere una cura particolare quando si installano sistemi di PVC-U a temperature sotto 0 °C. Se le temperature vanno sotto i -15 °C, dovrebbero essere ottenute indicazioni specifiche dal fabbricante. Durante l'installazione, le prove o operazioni sul sistema, non si dovrebbe mai consentire all'acqua di gelare nei tubi o nei raccordi. Dove questa condizione può essere applicata, si dovrebbero prendere speciali precauzioni (per esempio l'isolamento termico).

10.2 Installazioni interrate

10.2.1 Per le installazioni interrate sono raccomandati tubi e raccordi con giunzioni a guarnizioni ad anello. Le giunzioni incollate possono anche essere utilizzate per applicazioni interrate, ma dovrebbero essere ottenute istruzioni particolari dal fabbricante.

10.2.2 Nella figura B.11 sono mostrati dettagli tipici sulla trincea e sull'interro per l'installazione di tubi in pressione di PVC-U.

10.2.3 Benché non sia essenziale, è buona pratica posare i tubi con il codolo inserito nella stessa direzione prevista del flusso dell'acqua. Le superfici interne del tubo dovrebbero essere tenute il più possibile pulite durante la posa e le operazioni di giunzione. Per facilitare ciò, la trincea dovrebbe essere tenuta il più possibile secca utilizzando appropriate tecniche di prosciugamento.

10.2.4 Materiale adatto sia per il letto che per i rinfianchi dovrebbe essere disponibile dalla selezione del materiale "come scavato". Terreni come sabbia grossa sciolta, ghiaia e terreno di natura friabile sono considerati adatti (vedere ENV 1046).

Il materiale "come scavato" dovrebbe essere libero da ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta o terreno gelato. Terreno contaminato ed ogni sostanza organica dovrebbero essere scartati. Quando il materiale scavato non è adatto si dovrebbe importare materiale granulare (vedere ENV 1046). In nessuna circostanza dovrebbero essere utilizzati rinterri gelati o grumi esterni gelati per l'utilizzo come materiali per il letto ed i rinfianchi.

I tubi non dovrebbero mai essere inglobati nel calcestruzzo.

Nota L'inglobamento nel calcestruzzo trasforma un tubo flessibile in una struttura rigida senza resistenza alla flessione, che facilmente si frattura nel caso di assestamenti o altri movimenti del terreno.

Nel caso di grandi carichi statici e/o sovraccarichi, è importante utilizzare tubi di una rigidità appropriata per assicurare che la deformazione iniziale del tubo sia mantenuta nel limite massimo del 5%. La deformazione a lungo termine è influenzata dal funzionamento del sistema. Sistemi soggetti in maniera continua alla pressione interna dell'acqua si deformano meno di quelli lasciati per lunghi periodi di tempo a pressione zero.

La profondità minima raccomandata della copertura per tubi d'acqua interrati è 0,9 m. Però i tubi dovrebbero sempre essere posati ad una profondità libera dai ghiacci, quindi dove le condizioni locali climatiche lo impongono, la così detta profondità minima di copertura può essere maggiore di 0,9 m.

Tubi che sono locati sotto aree con traffico pesante, dove la profondità minima di 0,9 m non può essere mantenuta, richiedono protezioni aggiuntive. In tali circostanze ci si dovrebbe consigliare con il fabbricante dei tubi.

10.2.5 La base della trincea dovrebbe essere accuratamente livellata e rimossi tutti gli oggetti aguzzi, spigoli e pietre. Se questo non è possibile, materiale adatto deve essere importato e posato come letto con spessore minimo di 0,1 m. Il fondo della trincea o il materiale del letto dovrebbe essere scavato localmente per alloggiare i diametri maggiori delle giunzioni.

10.2.6 I tubi dovrebbero essere posati lungo la linea centrale della trincea con tutte le giunzioni giacenti in perfetto allineamento, a meno che siano deflesse in accordo con 7.

10.2.7 I tubi sono posati su un letto preparato. Quando sono utilizzate giunzioni ad ancoraggio rapido con guarnizione elastomerica ad anello, il codolo dovrebbe essere introdotto nel bicchiere e l'inserzione completata fino al segno sul codolo utilizzando un blocco di legno ed una leva. Dove sono utilizzati mezzi meccanici per spingere assieme i tubi di grande diametro, si dovrebbe fare attenzione ad evitare danni ai materiali e nello spostare la guarnizione elastomerica. Al completamento della posa del tubo ed al parziale rinterro è consigliabile differire il fissaggio finale finché non si è raggiunto l'equilibrio termico della tubazione.

10.2.8 Le giunzioni a guarnizione elastomerica come descritte in 6.1.3 e 6.2 non reggono lo sforzo causato dalla pressione interna. Si dovrebbero fornire blocchi di calcestruzzo propriamente progettati o giunzioni reggispinga per tutte le variazioni di direzione, raccordi a T, estremità cieche, grandi riduzioni in diametro e valvole. Dove sono utilizzati blocchi di ancoraggio di calcestruzzo, il fine del blocco di ancoraggio è quello di trasferire la spinta totale alle pareti della trincea. È quindi importante tener conto della capacità del suolo circostante di sostenere la spinta. Dove il calcestruzzo è in contatto diretto con i tubi o raccordi, questi dovrebbero essere avvolti con materiale comprimibile per conformarsi alla deformazione e prevenire l'insorgere di alte concentrazioni locali di tensioni. Il materiale comprimibile non dovrebbe contenere sostanze che potrebbero attaccare il tubo per esempio plastificanti. Dettagli tipici e sforzi generati sono forniti nella figura B.7 e nel prospetto B.1.

Dove è permesso includere giunzioni reggispinga in alternativa agli ancoraggi con blocchi di calcestruzzo, le giunzioni reggispinga dovrebbero essere provviste di tutte le connessioni ai componenti (per esempio raccordi a T, estremità cieche, raccordi, riduzioni di grande diametro e valvole) ed in più alla prima giunzione ai tubi dritti immediatamente

adiacenti a e su tutte le parti del raccordo. Questo dovrebbe essere considerato un requisito minimo. In alcuni casi può essere necessario provvedere a più di una giunzione reggisplinta nei tubi dritti. Nel dubbio, si dovrebbero seguire i consigli del fabbricante.

10.2.9

Una sequenza raccomandata per porre il materiale di rinfiacco e d'incassatura è mostrata nella figura B.11.

Quando il materiale selezionato è rimesso nella trincea esso dovrebbe essere posto in strati. Dovrebbe essere posto e compattato il primo strato laterale sui quadranti inferiori del tubo e fino al livello della linea di sorgente del tubo. Per tubi fino al diametro esterno nominale di 225 mm "calpestare" o "pestare con i tacchi" è generalmente un mezzo effettivo per ottenere una compattazione adeguata. Possono essere posti successivi strati spessi 75 mm e compattati fino all'altezza non minore di 150 mm sopra la generatrice superiore. Possono essere utilizzate compattatrici leggere ma non direttamente sopra il tubo.

Quando è utilizzato materiale granulare importato questo dovrebbe poter scorrere attorno al tubo ed essere facilmente posto nella posizione tale da formare un'incassatura completa autocompattante. Con un accurato controllo del versamento tutta l'incassatura fino a 150 mm sopra il tubo può essere fatta in un passaggio.

Dove sono stati impiegati palancole per supportare la trincea, queste dovrebbero essere parzialmente rimosse durante il rinfiacco e l'incassatura cosicché non rimangono vuoti tra il tubo e le pareti della trincea.

Al completamento dell'incassatura, materiale di scavo adatto può essere rimesso come rinterro in strati di 250 mm compattati fino a riempire la trincea. Non si dovrebbero utilizzare compattatrici pesanti almeno fino a che non ci si trovi a 300 mm sopra il tubo.

Tutte le giunzioni devono essere lasciate aperte per l'ispezione durante le operazioni di prova della pressione.

La distanza orizzontale della tubazione dalle fondazioni ed installazioni similari interrate non dovrebbe essere minore, in circostanze normali, di 0,4 m.

Dove c'è una prossimità laterale o dove la tubazione corre parallela ad altre tubazioni o cavidotti, la distanza della proiezione orizzontale tra di loro non dovrebbe essere minore di 0,40 m. Nei punti di congestione dovrebbe essere mantenuta una distanza di 0,2 m a meno che non siano stati fatti dei passi per prevenire il contatto diretto. Questi passi è opportuno che siano concordati con le autorità pertinenti.

Dove s'incrociano cavidotti e tubazioni, si dovrebbe avere una separazione di 0,2 m o si dovrebbe provvedere per prevenire il contatto. Si dovrebbero escludere la trasmissione di forze attraverso il contatto diretto. Questi passi è opportuno che siano concordati con le autorità pertinenti.

Le tubazioni per l'acqua potabile non dovrebbero esserelocate sotto tubazioni di drenaggio o fognature.

10.2.10

Alla fine di ogni periodo di lavoro la tubazione dovrebbe essere temporaneamente chiusa per prevenire l'ingresso di acque superficiali, insetti o detriti. Il sito dovrebbe essere lasciato ordinato e sicuro contro incidenti, vandalismi o allagamenti.

10.3

Installazione sopra il suolo

10.3.1

Poiché le giunzioni incollate sopportano la spinta assiale causata dalla pressione interna [vedere voce b) di 6.1.3], si raccomanda caldamente che i sistemi di tubi e raccordi di PVC-U installati sopra il suolo o in condotti di servizio costruiti sotto il suolo siano giuntati con il metodo dell'incollaggio. In certe circostanze si dovrebbero seguire i consigli del fabbricante (vedere appendice A della EN 1452-2:1999). Altri tipi di giunzioni resistenti ai carichi longitudinali che sono descritti alla voce e) di 6.1.3 sono anche accettabili per l'uso nelle installazioni sopra il suolo.

11.5.4 Tutti i difetti rivelati dalla prova dovrebbero essere corretti e il procedimento ripetuto fino a quando non si ottengono risultati soddisfacenti.

12 **PROTEZIONE DALLA CORROSIONE**

12.1 I tubi di PVC-U sono resistenti a tutte le normali condizioni dei suoli e non richiedono protezione alla corrosione.

12.2 Si dovrebbe prestare attenzione per assicurare che i materiali di rinterro non siano inquinati da prodotti chimici come idrocarburi aromatici, vernici e solventi. Dove il suolo esistente è contaminato con tali inquinanti, il suolo inquinato dovrebbe essere rimpiazzato con terreno di materiale non inquinato o viceversa i tubi, i raccordi e le valvole di PVC-U dovrebbero essere protette. Si raccomanda di non utilizzare tubi, raccordi e valvole di PVC-U non protetti in terreni di materiale inquinato.

12.3 Quando parti metalliche adiacenti vengono protette, non dovrebbero venire in contatto con il PVC-U i rivestimenti applicati sia a caldo che a freddo o vernici contenenti solventi.

12.4 Nastri anticorrosione o materiali protettivi similari applicati su metalli che connettono pezzi dovrebbero essere del tipo che non danneggia i tubi o raccordi di PVC-U se essi vengono in contatto con la tubazione.

13 **COLPI DI PRESSIONE**

In condizioni operative dove avvengono colpi di pressione si devono prendere opportune precauzioni. In tali circostanze dovrebbe essere fatta un'analisi dei colpi di pressione per stabilire la grandezza e la frequenza delle variazioni transitorie di pressione.

Le pressioni fortemente in eccesso rispetto alle normali pressioni operative sostenute si possono generare quando le velocità del fluido varia rapidamente. La grandezza del colpo di pressione dipende largamente dal tasso di variazione della velocità e del modulo del materiale del tubo.

Tipiche condizioni operative, che possono creare colpi di pressione comprendono i seguenti:

- chiusura rapida di valvole ad azione singola;
- valvole a galleggiante oscillanti (per esempio senza camera di smorzamento);
- arresto della pompa;
- sacche d'aria intrappolata (vedere 11 sulla prova della pressione nel sito).

Una buona progettazione della tubazione analizza sempre le condizioni dei colpi indipendentemente dal materiale delle tubazioni da utilizzare.

Quando sono previsti i colpi di pressione il progetto dovrebbe includere strutture di controllo come pozzo piezometrico, volano alle pompe, valvole ad azione lenta per ridurre la dimensione dei colpi.

14 **RIPARAZIONI**

Possono essere utilizzati vari metodi per riparare perdite o danneggiamenti a sezioni di tubazioni di PVC-U. Il procedimento raccomandato è quello di rimpiazzare la sezione danneggiata utilizzando un nuovo pezzo di tubo, un elemento prefabbricato o un raccordo. Quando avviene una perdita in una giunzione incollata, non si dovrebbe mai tentare di incollare di nuovo.

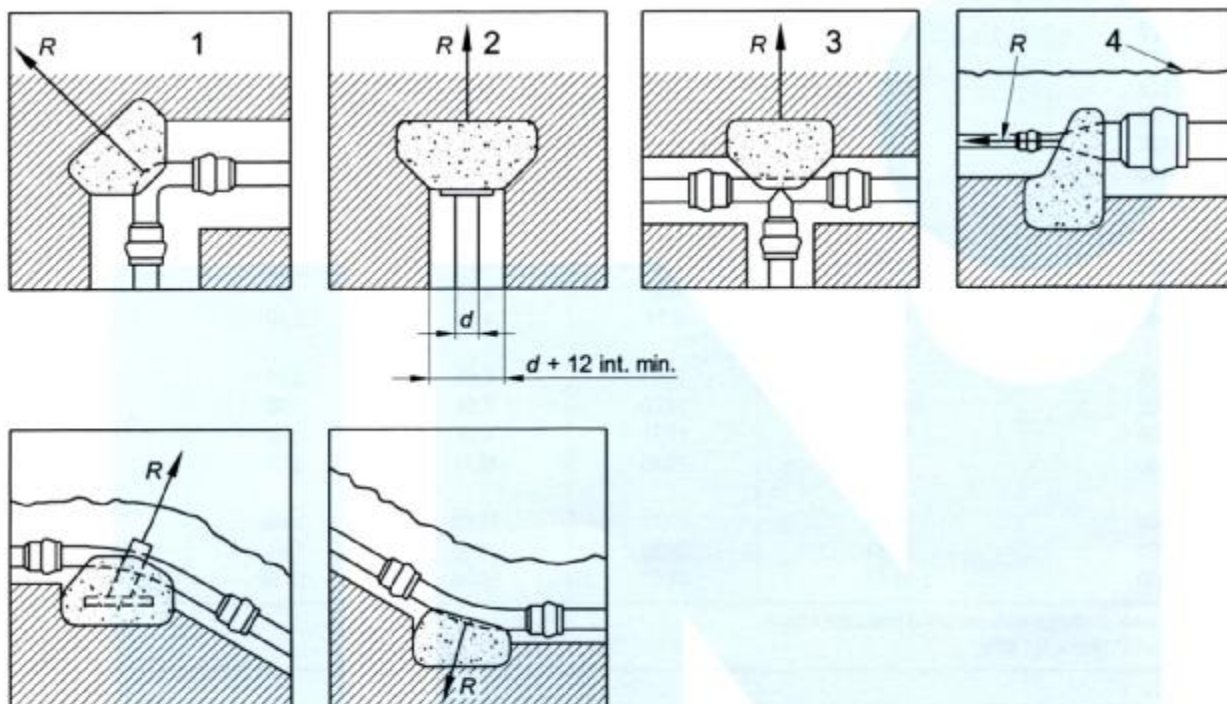
Sono disponibili manicotti scorrevoli (accoppiatori di riparazione) i quali includono guarnizioni elastomeriche senza il fermo centrale, come per esempio mostrato nella figura B.1 c). Questi sono prodotti specialmente per lavori di riparazione e scivolano nelle estremità del codolo cosicché è ottenuta la posizione giusta per una giunzione a tenuta.

figura B.7 Tipica sistemazione dei blocchi d'ancoraggio

Legenda

- 1 Curva a 90° (pianta)
- 2 Estremità cieca (pianta)
- 3 Raccordo a T (pianta)
- 4 Riduttore (sezione) Livello del terreno

Dimensioni in mm



Diametro nominale DN mm	Spinta sull'estremità cieca kN/bar ¹⁾	Spinta radiale sulle curve a vario angolo kN/bar ¹⁾			
		90°	45°	22,5°	11,25°
63	0,31	0,44	0,24	0,12	0,06
75	0,44	0,62	0,34	0,17	0,09
90	0,64	0,90	0,49	0,25	0,12
110	0,95	1,34	0,73	0,37	0,19
125	1,23	1,74	0,94	0,48	0,24
140	1,54	2,18	1,18	0,60	0,30
160	2,01	2,84	1,54	0,78	0,39
180	2,54	3,60	1,95	0,99	0,50
200	3,14	4,44	2,40	1,23	0,62
225	3,98	5,62	3,04	1,55	0,78
250	4,91	6,94	3,76	1,92	0,96
280	6,16	8,71	4,71	2,40	1,21
315	7,79	11,02	5,96	3,04	1,53
355	9,90	14,00	7,58	3,86	1,94
400	12,57	17,77	9,62	4,90	2,46
450	15,90	22,49	12,71	6,21	3,12
500	19,63	27,77	15,03	7,66	3,85
560	24,63	34,83	18,85	9,61	4,83
630	31,17	44,08	23,86	12,16	6,11

1) Le cifre nel prospetto sono per bar di pressione interna.
1 bar = 10⁵ N/m² = 0,1 MPa.

Nota Le forze di spinta sui riduttori devono essere considerate solamente dove la riduzione del diametro è grande (per esempio 315 × 90). In tali casi la spinta è il prodotto della pressione di prova e l'area dell'anello come dato nella seguente equazione:

$$F = 0,2p \times \pi \frac{d_i^2 - d_e^2}{4}$$

dove:

F è la forza di spinta, in newton;

p è la pressione di prova, in bar;

d_i è il diametro interno del tubo più grande, in millimetri;

d_e è il diametro esterno del tubo più piccolo, in millimetri.

Dettagli tipici della trincea e del rinterro

Legenda

- a) Rinfianco messo a mano fino a metà del diametro del tubo e compattato camminando con i tacchi dei piedi.
- b) Riempimento fino alla parte superiore del tubo, messo a mano e di nuovo compattato con i piedi.
- c) Può essere messo uno strato di 150 mm e compattato con una macchina ma non sopra il tubo.
- d) Il rinfianco ed il rinterro fino a 150 mm sopra il tubo può essere messo in un passaggio quando è utilizzato materiale liberamente scorrevole.
- e) Il materiale come scavato per la rimanenza del rinterro può essere messo e compattato in strati di spessore non maggiore di 250 mm ma non compattati direttamente sopra il tubo fino a che non sono stati messi 300 mm.
- f) Il rimanente del rinterro può essere messo e compattato in strati dipendenti del requisito di finissaggio della superficie.

Dimensioni in mm

