



ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI

Direzione Generale dei lavori Pubblici
Servizio opere idriche e idrogeologiche (SOI)



COMUNE DI CARBONIA Provincia del Sulcis Iglesiente

Richiesta di finanziamento a valere sui Fondi di cui alla L.R. 8 maggio 2025, n.12, art.7 - "Realizzazione di un programma pluriennale di progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione delle reti di drenaggio in area urbana, con priorità per le aree ad elevato rischio idraulico"

LAVORI DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA RETE DI DRENAGGIO DEL QUARTIERE "ROSMARINO"

Progetto Esecutivo - Revisione e aggiornamento

ELABORATO

REL.10b

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO (prescrizioni tecniche)

Aggiornamento: Giugno 2026

Scala:

TECNICO

Ing. Nicola Todde



Nicola Todde

26.06.2026

18:22:08

GMT+02:00

Collaboratori

Dott. Geol. Lorenzo Ottelli

Sindaco

Pietro Morittu

Assessore ai Lavori Pubblici

Manolo Mureddu

Dirigente V Settore

Ing. Mario Mammarella

Responsabile Unico del Progetto

Ing. Mario Mammarella

CAPITOLO 1

NORME PER LA MISURAZIONE DEI LAVORI E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 1.1 NORME GENERALI

Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

Lavori in economia

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

1.1.1) Scavi in genere

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che incontrerà:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in

- elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Dal volume degli scavi non si detrairà quello delle condutture in essi contenute, delle parti non scavate per lasciare passaggi o per naturali contrafforti, quelli delle fognature e dei muri che si debbono demolire.

Non verranno valutati come scavi di sbancamento maggiori volumi di scavo effettuati dall'impresa per motivi di qualsiasi natura quando il loro tracciato non sia quello di stretta pertinenza delle opere da edificare.

Non verranno riconosciute maggiorazioni al volume di scavo per allargamenti della base effettuati per motivi operativi quali spazi di predisposizione dei casseri, indisponibilità nel cantiere di accessori per lo scavatore di larghezza conforme agli scavi previsti, ecc.

1.1.2) Rilevati e rinterri

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Salvo diversa disposizione, la formazione di rilevati ed il riempimento di cavi con materiali provenienti da località esterne al cantiere verranno valutati in base al volume del rilevato o del rinterro eseguito secondo le sagome ordinate e quindi senza tener conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare per garantire i naturali assestamenti e far sì che i rinterri ed i rilevati assumano la sagoma prescritta al cessare degli stessi. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

1.1.3) Riempimenti con misto granulare

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

1.1.4) Paratie di calcestruzzo armato

Saranno valutate per la loro superficie misurata tra le quote di imposta e la quota di testata della trave superiore di collegamento.

Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.

1.1.5) Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli

intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m², rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale idoneo. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa l'eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di oggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in oggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di oggetto inferiore ai 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in oggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiori a 1 m², intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio anziché alla parete.

1.1.6) Murature ed opere in pietra da taglio

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri manufatti da pagarsi a superficie saranno valutati in base alla somma del minimo rettangolo circoscrivibile. Per le categorie da misurarsi a sviluppo lineare, questo andrà misurato in opera secondo misure a vista.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto con le dimensioni assegnate dai tipi descritti.

Nei prezzi relativi di elenco si intendono sempre compresi tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

1.1.7) Calcestruzzi

Tutti i calcestruzzi, siano essi per fondazioni o in elevazione, armati o no, vengono misurati a volume con metodi geometrici e secondo la corrispondente categoria, dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetranti che devono essere pagati con altri prezzi di elenco.

In ogni caso non si deducono i vani di volume minore od uguale a mc 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto.

Il massetto di sottofondazione deve essere contabilizzato, in ogni caso, come sporgente dai bordi perimetrali della fondazione di cm 10, anche qualora l'Appaltatore, per propria utilità, al fine di facilitare la posa in opera delle casseforme e relative sbadacchiature, ritenesse di eseguirlo con sporgenza maggiore.

Qualora, invece, perché previsto in progetto o perché specificatamente richiesto dalla Direzione Lavori, tale sporgenza fosse superiore, deve essere contabilizzato l'effettivo volume eseguito.

1.1.8) Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera, la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'acciaio in barre per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

1.1.9) Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagata al metro quadrato di superficie netta misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.

Nel prezzo dei solai con putrelle di ferro e voltine od elementi laterizi, è compreso l'onere per ogni armatura provvisoria per il rinfiacco, nonché per ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco, restando solamente escluse le travi di ferro che verranno pagate a parte.

Per ogni tipo di solaio si effettuerà la misurazione vuoto per pieno con deduzione delle aperture di luce superiore ad 1,0 m².

Le suindicate norme di misurazione sono da intendersi estese anche alle strutture inclinate che verranno misurate per la loro effettiva superficie in sviluppo.

1.1.10) Pavimenti

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati in base alla superficie vista tra le pareti dell'ambiente, senza tener conto delle parti comunque incassate o sotto intonaco nonché degli sfridi per tagli od altro.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti con l'esclusione della preparazione del massetto in liscio e rasato per i pavimenti resilienti, tessili ed in legno.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

1.1.11) Rivestimenti di pareti

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

1.1.12) Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali od artificiali

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera. Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente capitolato, si intende compreso nei prezzi.

In particolare, detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva, chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinito dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento e, dove richiesto, un incastro perfetto.

1.1.13) Intonaci

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti, negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolatura e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate. Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m², valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio od ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva, dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

1.1.14) Tinteggiature, coloriture e verniciature

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura di infissi, ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osservano le norme seguenti:

- per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie del vetro.
- È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;
- per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui al punto precedente;
- per le serrande di lamiera ondulata o ad elementi di lamiera sarà computato due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e con rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

1.1.15) Tubazioni ed apparecchiature idrauliche

La misura delle tubazioni verrà effettuata per la lunghezza, misurata lungo l'asse della successione continua degli elementi costituenti la condotta, in opera senza tenere conto delle sovrapposizioni e delle compenetrazioni.

Dalla misura dell'asse sarà detratta la lunghezza delle apparecchiature e di tutte quelle parti e pezzi speciali, la cui fornitura e posa in opera è compensata con prezzi a parte.

In corrispondenza delle apparecchiature idrauliche, la misura viene effettuata fino alla sezione corrispondente alla faccia esterna delle flange.

1.1.16) Lavori di metallo

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

1.1.17) Lavori in economia

La Stazione Appaltante ha il diritto di chiedere all'Appaltatore, che ne ha l'obbligo, di fornire mano d'opera, mezzi d'opera e materiali per lavori e servizi le cui prestazioni saranno contabilizzate in economia.

Per i lavori in economia nel costo orario della mano d'opera si intende compresa ogni incidenza per attrezzi ed utensili di lavoro e quanto altro occorra per il loro impiego.

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e provvisti degli attrezzi ed utensili necessari che dovranno essere sempre in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Nella contabilizzazione non verranno riconosciuti oneri per spese di trasporto e di trasferta.

Per le prestazioni in economia l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare quotidianamente alla Direzione dei Lavori le liste con le ore di impiego relative agli operai, noli e materiali utilizzati. Le prestazioni non preventivamente autorizzate e/o non dichiarate dall'Appaltatore nei modi e nei termini di cui sopra non saranno in alcun modo riconosciute.

Le prestazioni e le forniture in economia saranno disposte dalla Direzione dei Lavori solo per lavori secondari ed accessori e nei casi e nei limiti previsti dal D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i.

L'importo di tali prestazioni e provviste non potrà superare quello debitamente autorizzato nei limiti definiti dall'art. 36 del D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i.

Art. 1.2 MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera, il prezzo a piè d'opera ed il suo accredito in contabilità prima della messa in opera è stabilito in misura non superiore alla metà del prezzo stesso da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, al prezzo di progetto.

I prezzi per i materiali a piè d'opera si determineranno nei seguenti casi:

- a) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzione dei Lavori, comprese le somministrazioni per lavori in economia, alla cui esecuzione provvede direttamente la Stazione Appaltante;
- b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- c) alla valutazione del materiale per l'accredito del loro importo nei pagamenti in acconto;
- d) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Stazione Appaltante quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

CAPITOLO 2

QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Art. 2.1

NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

L'esecutore che, di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003.

Art. 2.2

ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere deve essere conforme alla norma [UNI EN 1008](#), limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme [UNI EN 459-1](#) e [459-2](#).

c) Cementi e agglomerati cementizi.

1. Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge

26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme [UNI EN 197-1](#) e [UNI EN 197-2](#).

2. A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del d.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
3. I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione. Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 459](#) - [UNI EN 197](#) - [UNI EN ISO 7027-1](#) - [UNI EN 413](#) - [UNI 9156](#) - [UNI 9606](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 2.3

MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata [UNI EN 12620](#) e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata [UNI EN 13055](#). È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018 a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle citate norme.

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate al punto 11.2.9.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma [UNI EN 934](#), si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", l'attestazione di conformità alle norme [UNI EN 934](#), [UNI EN 480](#) (varie parti).

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 934 \(varie parti\)](#), [UNI EN 480 \(varie parti\)](#), [UNI EN 13055-1](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 2.4

ARMATURE PER CALCESTRUZZO

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Centri di trasformazione

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

Art. 2.5

PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

1) La terminologia utilizzata (come da norma [UNI EN 12670](#)) ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Marmo (termine commerciale).

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcarei metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;

- le serpentiniti;
- oficalciti.

Granito (termine commerciale).

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi)

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanerocristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

Pietra (termine commerciale)

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione.

Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche, (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma [UNI EN 12670](#) e [UNI EN 14618](#).

2) I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, come da norma [UNI EN 12407](#) oppure avere origine del bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducano la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
 - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma [UNI EN 13755](#) e [UNI EN 14617-1](#);
 - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma [UNI EN 13755](#) e [UNI EN 14617](#);
 - resistenza a compressione, misurata secondo la norma [UNI EN 1926](#) e [UNI EN 14617](#);
 - resistenza a flessione, misurata secondo la norma [UNI EN 12372](#) e [UNI EN 14617](#);
 - modulo di elasticità, misurato secondo la norma e [UNI EN 14146](#);
 - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del Regio Decreto 2234/39 e [UNI EN 14617](#);
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali dell'articolo relativo ai materiali in genere ed in riferimento alle norme [UNI EN 12057](#) e [UNI EN 12058](#).

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 14617](#) [UNI EN 12407](#) - [UNI EN 13755](#) - [UNI EN 1926](#) - [UNI EN 12372](#) - [UNI EN 14146](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 2.6

PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE

1 - Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
 - prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.
- a) Le membrane si designano in base:
- 1) al materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
 - 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
 - 3) al materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
 - 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).
- b) I prodotti forniti in contenitori si designano come segue:
- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
 - asfalti colati;
 - malte asfaltiche;
 - prodotti termoplastici;
 - soluzioni in solvente di bitume;
 - emulsioni acquose di bitume;
 - prodotti a base di polimeri organici.

La Direzione dei Lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti che avviene al momento della loro fornitura, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle norme vigenti e alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Membrane

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza, od a loro completamento, alle seguenti prescrizioni.

- a) Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nelle norme UNI 8178.
- b) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare le caratteristiche e le modalità di prova previste dalle norme UNI 11470 e UNI EN 1931 oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alla norma per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- c) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di equalizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare le caratteristiche e le modalità di prova previste dalle norme [UNI EN 13707](#), [UNI EN 12730](#) e [UNI EN 12311](#), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria e all'acqua devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI EN 1928](#), oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
- e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare le caratteristiche previste dalle citate norme UNI oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3) I tipi di membrane considerate i cui criteri di accettazione indicati nel punto 1 comma c) sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura. Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura. Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfonato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate. Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

a) Classi di utilizzo:

Classe A membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).

Classe B membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).

Classe C membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

b) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste dalle norme armonizzate [UNI EN 13361](#), [UNI EN 13362](#), [UNI EN 13491](#), [UNI EN 13492](#) e [UNI EN 13493](#).

4 - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo del materiale costituente, devono soddisfare le caratteristiche previste dalle norme UNI e devono essere conformi alle norme vigenti.

Il sistema di protezione descritto ([UNI EN 1504-1](#)) dovrà garantire almeno le seguenti caratteristiche tecniche:

Definizioni del sistema di protezione	UNI EN 1504-1
Resistenza allo shock termico	UNI EN 13687-2 ; UNI EN 13687-5
Resistenza alla penetrazione degli ioni cloruro	UNI EN 13396
Resistenza alla carbonatazione	UNI EN 13295
Resistenza alla trazione	UNI EN 1542

a) Caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione):

- viscosità ...;
- massa volumica kg/dm³ minimo - massimo ...;
- contenuto di non volatile % in massa minimo ...;
- punto di infiammabilità minimo % ...;
- contenuto di ceneri massimo g/kg

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori e per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla relativa normativa tecnica.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 2.7

PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti si distinguono:

a seconda del loro stato fisico:

- rigidi (rivestimenti in pietra - ceramica - vetro - alluminio - gesso - ecc.);
- flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - rivestimenti plastici - ecc.);

a seconda della loro collocazione:

- per esterno;
- per interno;

a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:

- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Tutti i prodotti descritti nei punti che seguono vengono considerati al momento della fornitura. La Direzione dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate e in genere come da norma [UNI 8012](#).

1 - Prodotti rigidi

In via orientativa valgono le prescrizioni della norma [UNI 11417](#) (varie parti).

a) Per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nel progetto, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per le istruzioni relative alla progettazione, posa in opera e manutenzione di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti si seguiranno le indicazioni della norma [UNI 11714 - 1](#). Per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo: prodotti di pietra integrati dalle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI, in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza alla usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione,

produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

- d) Per le lastre di cartongesso si rinvia all'articolo su prodotti per pareti esterne e partizioni interne.
- e) Per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per coperture discontinue.
- f) Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.
- Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima si debbono realizzare opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono per quanto applicabili e/o in via orientativa le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

2 - Prodotti flessibili

- a) Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali del 1,5% sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e, quando richiesto, avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.
- Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.
- b) I tessuti per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel comma a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.
- Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle norme [UNI EN 233](#), [UNI EN 234](#), [UNI EN 266](#), [UNI EN 259-1](#) e [UNI EN 259-2](#) è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

3 - Prodotti fluidi o in pasta

- a) Intonaci: gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

- b) Prodotti vernicianti: i prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme [UNI 8757](#) e [UNI 8759](#) ed i metodi di prova sono quelli

definiti nelle norme UNI.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 2.8 MATERIALI METALLICI

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso indicate.

In generale, i materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili.

Sottoposti ad analisi chimica, dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

Acciai

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma [UNI EN 1561](#).

La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma [UNI EN 1562](#).

Rame

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma [UNI EN 1977](#).

Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo e a caldo, tenace, di marcata struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, soluzioni di continuità e difetti di qualsiasi natura.

I manufatti di ferro per i quali non venga richiesta la zincatura dovranno essere forniti con mano di vernice antiruggine.

Zincatura

Per la zincatura di profilati di acciaio, lamiere di acciaio, tubi, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme [UNI EN 10244-1](#) e [UNI EN 10244-2](#).

CAPITOLO 3

TUBAZIONI

Art. 3.1 TUBAZIONI IN GENERE

Generalità

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche valgono le disposizioni dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" del capitolo "*Qualità dei Materiali e dei Componenti*" esse devono corrispondere alle vigenti Norme tecniche.

Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli (tubazioni di acciaio, di ghisa, ecc.) del capitolo "Tubazioni" tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Fornitura diretta delle tubazioni da parte della Stazione Appaltante

In caso di fornitura diretta delle tubazioni, la Stazione Appaltante effettuerà le ordinazioni - tenendo conto del programma di esecuzione dei lavori - in base alle distinte risultanti dai rilievi esecutivi presentati dall'Appaltatore a norma dell'articolo "*Oneri e Obblighi diversi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore*".

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di disporre variazioni nello sviluppo delle opere in dipendenza anche della consegna delle forniture; e comunque non assume nessuna responsabilità circa eventuali ritardi nella consegna delle forniture, per cause ad essa non imputabili, rispetto alle previsioni.

La consegna delle forniture dirette della Stazione Appaltante avverrà, a criterio insindacabile della Stazione Appaltante stessa, su banchina franco porto oppure su vagone franco stazione ferroviaria oppure franco camion, su strade statali, provinciali o comunali, oppure franco fabbrica. In quest'ultimo caso la consegna sarà effettuata da incaricati della Stazione Appaltante subito dopo il collaudo della fornitura, al quale potranno intervenire incaricati dell'Appaltatore.

A collaudo avvenuto e ad accettazione della fornitura, l'Appaltatore - quando è prevista la consegna franco fabbrica - può disporre alla Ditta fornitrice l'immediata spedizione con l'adozione dei provvedimenti necessari a garantire che i materiali rimangano assolutamente integri durante il trasporto. Diversamente la Stazione Appaltante disporrà la spedizione direttamente nel modo che riterrà più opportuno, a spese dell'Appaltatore, preavvertendolo.

All'atto della consegna, l'Appaltatore deve controllare i materiali ricevuti e nel relativo verbale di consegna che andrà a redigersi deve riportare eventuali contestazioni per materiali danneggiati (anche se solo nel rivestimento) nei riguardi della fabbrica o delle Ferrovie dello Stato o dell'armatore della nave o della ditta di autotrasporti).

L'Appaltatore dovrà provvedere nel più breve tempo possibile allo scarico da nave o da vagone o da camion - anche per evitare spese per soste, che rimarrebbero comunque tutte a suo carico oltre al risarcimento degli eventuali danni che per tale causale subisse la Stazione Appaltante - e poi al trasporto con qualsiasi mezzo sino al luogo d'impiego compresa ogni e qualsiasi operazione di scarico e carico sui mezzi all'uopo usati dall'Appaltatore stesso.

I materiali consegnati che residueranno alla fine dei lavori dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante - con relativo verbale in cui sarà precisato lo stato di conservazione di materiali ed al quale sarà allegata una dettagliata distinta degli stessi - con le modalità che saranno da questa, o per essa dalla Direzione dei Lavori, stabilite.

Per i materiali che a lavori ultimati risulteranno non impiegati né riconsegnati alla Stazione Appaltante oppure che saranno riconsegnati ma in condizioni di deterioramento o danneggiamento, sarà effettuata una corrispondente operazione di addebito, al costo, sul conto finale.

Ordinazione

L'Appaltatore effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Appaltatore invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante,

copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

"La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Appaltatore, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Appaltatore, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera".

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Appaltatore e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Appaltatore richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni - Marcatura

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme [UNI EN 10311](#), [UNI EN 10312](#), [UNI EN 1123-1-2](#), [UNI EN 1124-1-2-3](#), [UNI EN 10224](#), [UNI EN 13160-1](#).

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma [UNI EN 1092-1](#).
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme [UNI EN 1092-1](#).
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme [UNI EN 1092-1](#).
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per

condotte provvisorie e per tracciati accidentali).

- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flange in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, entro **30 gg** dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Art. 3.2

TUBAZIONE DI ACCIAIO (ACQUEDOTTI)

Tubi di acciaio senza saldatura e saldati.

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme **UNI EN 10224**, con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm², e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

Saranno senza saldatura (per i diametri minori) oppure saldati longitudinalmente con saldatura elettrica a resistenza (per i diametri maggiori).

I tubi in acciaio saldato dovranno essere conformi alla norma **UNI EN 10312** e corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla Circolare Ministero Lavori Pubblici 5 maggio 1966 n. 2136, in quanto non contrastanti con le norme sopra indicate.

Le estremità dei tubi saranno a cordone e a bicchiere cilindrico per tubi con DN ≤ 125 mm o sferico per tubi con DN ≥ 150 mm, per giunti con saldatura autogena per sovrapposizione.

Possono anche prevedersi tubi con estremità predisposte per saldatura di testa.

Saranno in lunghezza da 8 a 13,5 m. ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 8 m. nella misura massima dell'8% sull'intera fornitura; la lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del bicchiere.

Saranno protetti internamente con una semplice bitumatura che soddisfi l'esigenza della buona conservazione della superficie interna del tubo nel tempo intercorrente tra la fabbricazione del tubo e la sua posa in opera.

Saranno protetti esternamente con rivestimento normale (realizzato con una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da un doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela bituminosa e con una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio) oppure con rivestimento pesante (consistente in una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa, e in una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio).

I rivestimenti interni ed esterni dovranno corrispondere alle norme **UNI EN 10224**.

Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti.

All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore il certificato di controllo.

Tubi di acciaio filettabili **UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI EN 10255**

I tubi di acciaio filettabili saranno saldati (per i diametri minori) oppure senza saldatura (per i diametri maggiori) e avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi rispettivamente alle norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17065** ed alle norme **UNI EN 10255**.

Le estremità dei tubi saranno predisposte per giunzione filettata a vite e manicotto e per giunzione saldata di testa.

I tubi saldati saranno in lunghezza da 6 m (con una tolleranza di + 100 mm e - 50 mm), ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 7 m nella misura massima del 10% sull'intera fornitura.

I tubi senza saldatura saranno in lunghezza da 4 a 7 m.

I tubi di acciaio filettabili saranno protetti con bitumatura interna e con rivestimento esterno normale o pesante, oppure saranno zincati secondo la norma [UNI EN 10240](#).

All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore un attestato di conformità alle norme [UNI CEI EN ISO/IEC 17065](#) o [UNI EN 10255](#).

Pezzi speciali d'acciaio

I pezzi speciali di acciaio avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi, con una maggiore tolleranza sulle dimensioni e la massa lineica e con esclusione della prova idraulica (che sarà effettuata sul tubo da cui i pezzi speciali sono ricavati) e saranno bitumati internamente e con rivestimento esterno normale o pesante, come per i tubi.

L'ordinazione sarà in genere riferita ai pezzi speciali di serie adatti per pressione di esercizio di 10 kgf/cm²; ma per esigenze particolari saranno ordinati anche pezzi speciali non di serie, e cioè quelli di tabella ma adatti per pressioni di esercizio superiori e/o con giunti diversi o altri pezzi speciali ricavati, per la loro parte tubolare, da tubi di acciaio aventi caratteristiche appropriate e, per le altre parti, da profilati o da pezzi fucinati.

Art. 3.3

TUBAZIONI DI GHISA (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

Tubazioni di ghisa sferoidale

I tubi di ghisa sferoidale avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme [UNI EN 545](#), [UNI EN 969](#) e [UNI EN 598](#) e al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

Essi dovranno avere una struttura che ne permetta la lavorazione con particolare riguardo alle operazioni di taglio e foratura e presentare alla rottura una grana grigia, compatta e regolare; non dovranno avere difetti che pregiudichino l'impiego al quale sono destinati.

Essi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzioni elastiche, a mezzo di anello in gomma del tipo automatico o del tipo meccanico ([UNI 9163](#)).

I tubi saranno in lunghezze di 6 m per DN ≤ 700 mm e di 6-7 e/o 8 m per DN ≥ 700 mm; ma il 10% dei tubi potrà essere fornito con una lunghezza utile ridotta di 0,5 m rispetto alle lunghezze predette.

I tubi per acquedotto saranno rivestiti internamente con malta cementizia ed esternamente, previa zincatura, con vernice bituminosa.

I tubi per fognatura saranno rivestiti internamente ed esternamente secondo quanto richiesto dalle norme vigenti in materia.

Le tubazioni per acquedotto saranno utilizzate alle seguenti pressioni di esercizio, per la serie spessore K = 9, a seconda del diametro nominale DN.

DN	bar
60	64
80	64
100	64
125	64
150	55
200	44
250	39
300	37
350	35
400	34
450	33
500	32
600	31
700	29

I tubi per fognatura in pressione saranno sottoposti ad una prova idraulica di tenuta sotto pressione di 40 bar.

Raccordi di ghisa sferoidale

I raccordi di ghisa sferoidale per le tubazioni di acquedotto avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi e saranno rivestiti internamente ed esternamente con vernice bituminosa. I raccordi per le tubazioni di

fognatura - tranne quelli destinati al collegamento con strutture murarie, che non saranno verniciati all'esterno allo scopo di favorire l'ancoraggio - saranno rivestiti sia all'esterno che all'interno con vernice epossidica.

I giunti dei raccordi saranno a bicchiere del tipo meccanico a bulloni Express e/o a flangia.

I principali raccordi sono i seguenti:

a) *Con giunto Express:*

- ├─ Giunzioni ad una flangia (imbocchi).
- ├─ Giunzioni flangia-bicchiere (tazza).
- ≡ Manicotti a 2 bicchieri.
- ↷ Curve a 2 bicchieri, ad 1/4 (90°).
- » Curve a 2 bicchieri, ad 1/8 (45°).
- » Curve a 2 bicchieri, ad 1/16 (22° 30').
- » Curve a 2 bicchieri, ad 1/32 (11° 15').
- ├─ Pezzi a T, TI, a 2 bicchieri con diramazione a flangia.
- └─ Riduzione a 2 bicchieri.

b) *Con giunto a flangia:*

- └─ Riduzioni a 2 flangie.
- ├─ Pezzi a T a 3 flangie.
- ├─ Croci a 4 flangie.
- ↷ Curve a 2 flangie, c.s.
- || Flangie di riduzione.

Marcatura dei tubi e raccordi di ghisa sferoidale e delle guarnizioni

Ogni tubo porterà i seguenti marchi:

- il marchio di fabbrica;
- il diametro nominale DN, in mm (p.e. DN 200);
- il tipo di materiale (p.e. 2GS; dove 2: tipo di profilo esterno del bicchiere; e GS: ghisa sferoidale);
- il tipo di giunto (Rapido: R - Express: Ex).

Ogni raccordo porterà i seguenti marchi:

- il tipo del pezzo: p.e. TI, per il pezzo a T (per le curve sarà anche indicato il grado di deviazione angolare);
- il diametro nominale DN;
- il tipo di materiale.

Ogni guarnizione ad anello di gomma porterà i seguenti marchi:

- il marchio di fabbrica;
- il diametro nominale DN;
- il tipo di giunto;
- il tipo di impiego (Acqua);
- l'anno di fabbricazione.

Art. 3.4

TUBAZIONI IN CEMENTO ARMATO SENZA LAMIERINO (ACQUEDOTTI)

Tubi in cemento armato senza lamierino

I tubi in cemento armato (ordinario o precompresso) senza lamierino (che appresso indicheremo anche semplicemente con tubi in c.a. o in c.a.p., rispettivamente) debbono avere caratteristiche e requisiti di accettazione conformi anche alle vigenti norme ANDIS e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

Essi sono costituiti da conglomerato cementizio con armatura metallica, i cui componenti avranno le caratteristiche fissate per il conglomerato cementizio armato; la dimensione massima degli inerti non sarà superiore ad un quarto dello spessore della parete del tubo e comunque a 25 mm: l'acqua impiegata per l'impasto dovrà essere limpida e scevra da qualsiasi traccia di grassi e materie organiche e non dovrà contenere acidi o basi in percentuale dannosa; il suo contenuto di sostanze disciolte non dovrà superare 2 grammi per litro.

Pezzi speciali per tubi di cemento armato

I pezzi speciali (curve, biforcazioni, ecc.) possono essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa, ovvero di lamiera di acciaio saldato.

Di norma i pezzi di conglomerato cementizio armato sono adatti per pressioni ridotte; essi dovranno comunque essere dimensionati con criteri e margini di sicurezza analoghi a quelli stabiliti per i tubi.

Per i pezzi speciali di ghisa valgono le norme vigenti per gli analoghi pezzi da tubazione in ghisa per acquedotto. Si eviterà peraltro l'adozione di pezzi di ghisa per diametri superiori a DN 50 cm per i quali sarà impiegata la lamiera di acciaio saldata protetta con rivestimenti bituminosi a spessore, dati a caldo.

I pezzi speciali di lamiera di acciaio dovranno essere calcolati a pressione e carichi esterni e dovranno avere apposito rivestimento a protezione della corrosione. Lo spessore minimo della lamiera è stabilito dalla seguente tabella:

Per tubi DN -> fino a 45 cm	da 50 a 65 cm	da 70 a 100 cm
Pezzi speciali rivestiti con conglomerato cementizio		
1,5 mm	2,5 mm	3 mm
Pezzi speciali con mastice bituminoso		
	4 mm	5,5 mm 7 mm

I pezzi speciali saranno normalmente forniti di giunti dello stesso tipo di quelli della tubazione corrente e che imbocchino direttamente sui tubi contigui.

I pezzi speciali che comportino viti, bulloni o altre parti soggette ad ossidazioni, debbono essere protetti da apposito pozzetto accessibile.

Tubi in cemento armato precompresso senza lamierino

Come caso particolare dei tubi di c.a. possono considerarsi i tubi nei quali l'armatura trasversale sia calcolata e realizzata identicamente a quanto prescritto per i tubi di cemento armato ordinario, mentre longitudinalmente essi sono provvisti di una armatura di fili ad alto limite elastico messi in tensione e che conferiscano al calcestruzzo una adeguata compressione.

I tubi in c.a.p. possono essere:

- tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato, armatura di precompressione radiale e rivestimento protettivo della medesima;
- tubi monolitici con armatura di precompressione radiale inglobata nella parete di conglomerato.

Quando l'ambiente di posa presenta caratteristiche tali da compromettere la conservazione nel tempo della spirale di decompressione o del suo ricoprimento cementizio, i tubi in c.a.p. saranno dotati di un rivestimento - che dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CNR - eseguito con mastice bituminoso armato con tessuto di vetro, tale da garantire isolamento, durezza e inalterabilità, e precisamente costituito da:

- uno strato di vernice bituminosa a freddo (primer);
- uno strato, di spessore non inferiore a 2,5 mm, di mastice bituminoso a caldo;
- una fasciatura continua di tessuto di vetro reticolare;
- uno strato, di spessore non inferiore a 2,5 mm, di mastice bituminoso a caldo che incorpori completamente il tessuto di vetro reticolare.

Art. 3.5 TUBAZIONI IN PVC RIGIDO NON PLASTIFICATO (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma [UNI EN ISO 1452](#), [UNI EN 1401](#) ed alle Raccomandazioni I.I.P. e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato

artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.

I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme [UNI EN ISO 1452-3](#) o [UNI 1401-1](#).

Per la fognatura (scarichi di acque di rifiuto civili e industriali: acque bianche, nere e miste) saranno impiegati:

- tubazione in polietilene alta densità (PEAD) SN8 per sistemi interrati di scarico non in pressione, con profilo di parete strutturato di tipo corrugato a doppia parete (B), liscia internamente e corrugata esternamente, di colore nero. Il collegamento fra gli elementi deve avvenire per mezzo di apposito bicchiere o manicotto di giunzione, equipaggiato di relativa guarnizione di tenuta in EPDM. Il sistema tubo e giunzione devono essere dotati di marchio di conformità di prodotto alla norma UNI EN 13476-3 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. La tubazione è provvista di marchio Made Green in Italy per la comunicazione dell'impronta ambientale dei prodotti basata sul metodo PEF (Product Environmental Footprint), come da schema del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica istituito dall'art. 21, comma 1 della legge n. 221/2015, e citata dal decreto CAM, D.M. n.256 del 23/06/2022. La marcatura dovrà riportare il marchio di qualità di prodotto e l'etichettatura Made Green in Italy, oltre a tutti gli altri elementi previsti dalla norma di riferimento. Il produttore di tubi deve essere dotato di sistemi di gestione della QUALITÀ AZIENDALE secondo UNI EN ISO 9001 e dell'AMBIENTE secondo UNI EN ISO 14001, tutti certificati e validati da Organismo terzo accreditato e risultare di essere regolarmente iscritto al Consorzio obbligatorio PolieCo (D.Lgs. 152/2006 – art. 234)
- tubazione in polipropilene (PP) SN16 alto modulo per sistemi interrati di scarico non in pressione, con profilo di parete strutturato di tipo corrugato a doppia parete (B), liscia internamente e corrugata esternamente, di colore nero. Il collegamento fra gli elementi deve avvenire per mezzo di apposito bicchiere o manicotto di giunzione, equipaggiato di relativa guarnizione di tenuta in EPDM. Il sistema tubo e giunzione devono essere dotati di marchio di conformità di prodotto alla norma UNI EN 13476-3 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. Il sistema tubo e giunzione devono essere dotati di marchio di conformità di prodotto alla norma UNI EN 13476-3 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. I tubi devono essere certificati per resistenza all'abrasione secondo test DIN EN 295-3. La marcatura deve riportare il marchio di qualità di prodotto, oltre a tutti gli altri elementi previsti dalla norma di riferimento. Il produttore di tubi deve essere dotato di sistemi di gestione della QUALITÀ AZIENDALE secondo UNI EN ISO 9001 e dell'AMBIENTE secondo UNI EN ISO 14001, tutti certificati e validati da Organismo terzo accreditato

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 3.6 TUBAZIONI IN PEAD (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità dovranno essere in PE [almeno 100](#) con valori minimi di MRS (Minimum Required Strenght) di [almeno 10](#) MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla [UNI EN 12201](#), e a quanto previsto dal D.M. n.174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

I tubi in PEAD sono fabbricati con il polimero polietilene con l'aggiunta di sostanze (nerofumo) atte ad

impedire o ridurre la degradazione del polimero in conseguenza della sua esposizione alla radiazione solare ed in modo particolare a quella ultravioletta.

I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse.

I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.

Per la fognatura saranno impiegati:

- tubazione in polietilene alta densità (PEAD) SN8 per sistemi interrati di scarico non in pressione, con profilo di parete strutturato di tipo corrugato a doppia parete (B), liscia internamente e corrugata esternamente, di colore nero. Il collegamento fra gli elementi deve avvenire per mezzo di apposito bicchiere o manicotto di giunzione, equipaggiato di relativa guarnizione di tenuta in EPDM. Il sistema tubo e giunzione devono essere dotati di marchio di conformità di prodotto alla norma UNI EN 13476-3 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. La tubazione è provvista di marchio Made Green in Italy per la comunicazione dell'impronta ambientale dei prodotti basata sul metodo PEF (Product Environmental Footprint), come da schema del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica istituito dall'art. 21, comma 1 della legge n. 221/2015, e citata dal decreto CAM, D.M. n.256 del 23/06/2022. La marcatura dovrà riportare il marchio di qualità di prodotto e l'etichettatura Made Green in Italy, oltre a tutti gli altri elementi previsti dalla norma di riferimento. Il produttore di tubi deve essere dotato di sistemi di gestione della QUALITÀ AZIENDALE secondo UNI EN ISO 9001 e dell'AMBIENTE secondo UNI EN ISO 14001, tutti certificati e validati da Organismo terzo accreditato e risultare di essere regolarmente iscritto al Consorzio obbligatorio PolieCo (D.Lgs. 152/2006 – art. 234)
- tubazione in polipropilene (PP) SN16 alto modulo per sistemi interrati di scarico non in pressione, con profilo di parete strutturato di tipo corrugato a doppia parete (B), liscia internamente e corrugata esternamente, di colore nero. Il collegamento fra gli elementi deve avvenire per mezzo di apposito bicchiere o manicotto di giunzione, equipaggiato di relativa guarnizione di tenuta in EPDM. Il sistema tubo e giunzione devono essere dotati di marchio di conformità di prodotto alla norma UNI EN 13476-3 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. Il sistema tubo e giunzione devono essere dotati di marchio di conformità di prodotto alla norma UNI EN 13476-3 rilasciato da Organismo di certificazione terzo accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17065. I tubi devono essere certificati per resistenza all'abrasione secondo test DIN EN 295-3. La marcatura deve riportare il marchio di qualità di prodotto, oltre a tutti gli altri elementi previsti dalla norma di riferimento. Il produttore di tubi deve essere dotato di sistemi di gestione della QUALITÀ AZIENDALE secondo UNI EN ISO 9001 e dell'AMBIENTE secondo UNI EN ISO 14001, tutti certificati e validati da Organismo terzo accreditato

Art. 3.7

TUBAZIONI IN GRES CERAMICO (FOGNATURE)

Le tubazioni ed i materiali in gres ceramico per collettori di fogna devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme [UNI EN 295-1](#) e [UNI EN 295-2](#) e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" e prodotti in stabilimenti conformi alla Norma [UNI EN ISO 9001](#).

Essi sono fabbricati con miscela di argilla plastica, caolino, quarzo e feldispati ed avranno una copertura vetrificata cioè saranno coperti totalmente o parzialmente da una vetrina, esclusivamente o prevalentemente a base di silicati, ottenuta ad alta temperatura mediante reazioni chimico-fisiche fra sostanze di apporto e le argille costituenti il gres.

Dovranno presentarsi di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, e dare, percossi al martello, un suono metallico.

I tubi saranno forniti di doppio giunto prefabbricato in poliuretano.

L'Appaltatore richiederà alla fabbrica fornitrice il rilascio di un certificato di collaudo, per ciascun lotto in cui sarà suddivisa l'intera fornitura dei tubi. Ogni lotto comprenderà di regola almeno 300 unità dello stesso diametro. Ogni certificato dovrà attestare la conformità dei tubi di ogni lotto alle Norme vigenti, secondo le quali in particolare:

- alla prova di tenuta idraulica, la giunzione dovrà risultare stagna ad una pressione interna di prova di 0,5 kgf/cm² per la durata di 5';
- i tubi interi (in posizione verticale) sottoposti ad una pressione idraulica interna, variabile a seconda del diametro interno, non dovranno presentare in alcun punto rotture, perdite o trasudamenti.

Art. 3.8

TUBAZIONI IN RESINA POLIESTERE RINFORZATA CON FIBRE DI VETRO (PRFV)

Tubi

La resistenza e gli spessori delle tubazioni devono essere idonei per le condizioni di esercizio di progetto, ivi compreso il regime di moto vario e gli spessori delle tubazioni devono essere accettati dalla Direzione Lavori a seguito della presentazione dei calcoli da parte dell'impresa.

Le tubazioni dovranno essere calcolate per tutti i parametri idraulici, compreso il regime di moto vario, tutti i parametri geologici e geotecnici dei terreni interessati, con qualsiasi natura del terreno ivi compresa la presenza di falda.

Nei calcoli si dovrà tenere conto di tutti i carichi sia interni che esterni e le tubazioni dovranno essere idonee anche senza la bonifica del terreno di posa e senza l'ausilio di materiali di protezione quali geotessile o altri.

Le tubazioni debbono essere adatte a qualunque tipo di acqua aggressiva od incrostante; l'Impresa dovrà presentare obbligatoriamente idonea certificazione attestante quanto sopra.

Non sono consentite produzioni manuali né processi che non garantiscono assoluta omogeneità e affidabilità, e massimo sfruttamento delle proprietà intrinseche dei materiali.

La provenienza dei materiali, resine, vetro ecc. dovrà obbligatoriamente essere documentata con certificazioni comprovanti l'origine dei materiali stessi, rilasciate dalle Ditte fornitrici. Sono ammesse solo resine bisfenoliche o isoftaliche comunque non flessibilizzate.

Il tipo di resine adottato deve essere idoneo anche alla posa in presenza di acqua salmastra.

Gli inerti, se presenti, dovranno essere conformi alla norma [ASTM C 33](#).

La struttura della tubazione verrà determinata in fase di progettazione secondo i criteri indicati nei paragrafi successivi e le effettive composizioni degli strati sia interno (liner) sia meccanico resistente dovranno essere adeguatamente giustificate e descritte da parte della Ditta produttrice delle tubazioni.

Inoltre si dovrà proteggere esternamente la struttura resistente con uno strato di resina paraffinata o con un velo di superficie in vetro C od in materiale impregnati con resina paraffinata.

La lunghezza minima delle barre sarà di 6 m utili purché dimensioni inferiori non siano richieste da particolari condizioni di posa locali.

Il calcolo dello spessore, in relazione al tipo di materiali impiegati, al diametro, ai carichi esterni ed alla pressione interna sarà a cura e spese dell'appaltatore, il quale è l'unico responsabile per eventuali manchevolezze; la Direzione Lavori esaminerà detti calcoli e darà il proprio parere, che però non potrà mai essere invocato per eventuali manchevolezze di fornitura o di posa, restando sempre l'appaltatore unico responsabile.

Qualora in caso di montaggio si rendessero necessari degli aggiustaggi, si dovranno eseguire giunzioni di testa con fasciature.

Pezzi speciali

La produzione dei pezzi speciali potrà essere ottenuta mediante stampaggio manuale su stampo maschio o lo stampaggio a pressa; in ogni caso dovrà essere specificato il sistema di produzione, le materie prime utilizzate che dovranno ricevere il benestare della Direzione Lavori.

Giunti

La validità del giunto, sia per quanto attiene alla tenuta idraulica sia per quanto attiene alla resistenza assiale, dev'essere verificata in relazione alle modalità di installazione e del mezzo in cui si effettua la posa.

È facoltà insindacabile della Direzione Lavori rifiutare un qualsiasi tipo di giunto che non dia o dimostri garanzie di tenuta sia idraulica che statica.

Ispezione in fabbrica

La stazione appaltante e la Direzione Lavori potranno effettuare periodiche ispezioni nello stabilimento del produttore al fine di accertare che i materiali ed i processi di lavorazione siano conformi a quanto specificato.

Garanzia

La Ditta fornitrice delle tubazioni, pezzi speciali e giunti dovrà dare garanzia in solido all'Impresa esecutrice della posa in opera a regola d'arte delle tubazioni; pertanto essa dovrà dare la propria assistenza mediante personale a presenza continua in cantiere nel numero che sarà necessario in relazione alle opere da eseguire.

La garanzia si riferisce alle tenute idrauliche e meccaniche delle tubazioni posate e dei giunti.

3.8.1 Normativa di riferimento

Norme e codificazioni

Le norme per la qualificazione dei materiali componenti, la progettazione, il controllo di qualità, l'installazione ed il collaudo sono le UNI e UNIPLAST esistenti, mentre altrimenti ci si riferirà alle ASTM (American Standards Testing and Materials) nella edizione più aggiornata.

Per la progettazione, in assenza di norme più restrittive o successive si fa riferimento a:

[ASTM D 2996](#): RTR filament wound pipe;

[ASTM D 3567](#): Standard Method of determining dimensions

[UNI 9032](#).

Metodo di calcolo e verifiche della struttura meccanica resistente

Il produttore delle tubazioni dovrà, a richiesta, documentare, a proprie spese con esperienze pratiche la validità di metodi usati per le progettazioni.

Dati di calcolo:

il calcolo terrà conto dei seguenti dati:

- diametro o raggio interno anche quando a rigore dovrebbero essere usati i rispettivi valori medi o esterni (fatta eccezione per il calcolo del modulo di resistenza);
- forma del tubo perfettamente circolare purché la circolarità rientri nelle tolleranze e l'ovalizzazione dovuta ai carichi esterni non superi i valori prescritti.

Diametri nominali e spessori

La parete strutturale dei tubi e dei pezzi speciali avrà, in conseguenza delle condizioni di progetto, uno spessore tale da garantire l'esercizio sia in condizioni normali di funzionamento come per resistere alle sollecitazioni massime dovute al moto vario per arresto di pompe o per chiusura rapida di saracinesche o valvole.

La Ditta fornitrice è responsabile nell'assunzione dei coefficienti e moduli tutti adottati e relativi alla progettazione e verifica delle tubazioni.

Determinazione dello spessore dei pezzi speciali

I pezzi speciali dovranno avere uno spessore tale da garantire le stesse prestazioni dei tubi derivanti dalle ipotesi di progetto, tenuto ovviamente conto della eventuale intensificazione degli sforzi sia per sollecitazioni esterne come interne.

Flange

Le flange saranno progettate in funzione delle condizioni di progetto (la foratura sarà eseguita in accordo alle specifiche del committente) utilizzando le raccomandazioni ASTM come guida per il calcolo.

Blocchi di ancoraggio

La Ditta fornitrice delle tubazioni dovrà fornire i dati necessari alla realizzazione degli eventuali ancoraggi ed il posizionamento dei punti fissi richiesti lungo la tubazione in relazione alla piano-altimetria del tracciato di posa di progetto e/o eventuali modifiche da attuarsi in corso d'opera.

3.8.2 Prove di controllo ed accettazione e certificati

Le prove vengono eseguite a cura e spese dell'Impresa.

La Stazione Appaltante potrà, a suo insindacabile giudizio, pretendere che tutti i tubi vengano provati idraulicamente in fabbrica.

Agli effetti dell'esecuzione delle prove meccaniche la fornitura verrà suddivisa in lotti di 100 pezzi ciascuno (60 o più pezzi costituiscono lotto).

L'appartenenza di un tubo ad un determinato lotto deve essere indiscussa e dovrà essere visualizzata

mediante marcatura indelebile sulla parete del tubo.

Il singolo lotto viene accettato se il numero dei campioni previsti per la sua verifica supera le prove per l'accettazione.

Se le prove non vengono superate anche da uno solo dei campioni essa verrà ripetuta su un numero di provini doppio di quello previsto.

Tutte le prove saranno condotte per quanto possibile a temperatura ambiente (18 - 23° C).

Si precisa che:

- a) i tubi che risultassero fabbricati con materie prime non rispondenti a requisiti richiesti saranno rifiutati indipendentemente dall'esito delle prove;
- b) i tubi mancanti delle marcature prescritte non saranno accettati.

Le prove saranno suddivise in:

Prove non distruttive:

- esame visivo: relativo a tutti gli elementi componenti un lotto;
- dimensioni e composizioni delle strutture;
- tenuta idraulica alla pressione di collaudo e su un campione per lotto, facoltativamente, anche a rottura;
- determinazione dello stirola non reagito mediante gascromatografia sul 10% dei tubi componenti il lotto.

Prove distruttive:

- pressione di fessurazione - relativa ad un tubo per lotto;
- pressione di rottura relativa ad un tubo per lotto;
- rigidità trasversale -- relativa ad un tubo per lotto.

Esame visivo

Sarà effettuato su tutti i tubi e pezzi speciali componenti la fornitura, secondo le norme vigenti.

Dimensioni e composizione della struttura

Le caratteristiche dimensionali verranno misurate a temperatura ambiente e saranno comprese nelle tolleranze riportate qui di seguito:

- diametro: $DN \pm 1\%$
- spessore in ogni punto maggiore o uguale al valore di progetto
- ovalizzazione $\pm 1\%$ di DN
- lunghezza quella dichiarata $\pm 2\%$.

Contenuto di vetro

La prova di eseguirà su un provino ricavato in corrispondenza del taglio od apertura. In caso la Direzione Lavori lo richieda si potrà asportare un campione da qualsiasi posizione di una barra.

Le spese di ripristino della continuità strutturale del tubo sono a carico del fornitore.

Si determina il contenuto di resina mediante calcinazione, in accordo con le norme vigenti.

Il vetro verrà poi separato meccanicamente e pesato.

Il contenuto delle fibre di vetro sarà determinato in accordo con le norme vigenti.

Tenuta idraulica

Dopo il riempimento del provino (costituito da un tubo intero) e lo spurgo dell'aria, la pressione idraulica sarà aumentata gradualmente (max 5 bar/minuto) sino ad una pressione pari a 1,5 PN.

Per considerare la prova valida non si dovranno manifestare perdite e lesioni di qualsiasi genere.

L'apparecchiatura di prova potrà essere dotata di sistema di tenuta sul campione simile a quello adottato per la giunzione in cantiere, nel qual caso si intenderà collaudato anche il giunto stesso.

Le apparecchiature di prova non dovranno esercitare sollecitazioni di qualsiasi genere sul provino, dovranno garantire il sistema di chiusura del provino stesso e saranno predisposte per la misura della pressione sulla sommità del provino con una precisione del $\pm 2\%$.

Pressione di fessurazione

La prova sarà condotta in accordo con le norme vigenti.

La pressione di fessurazione sarà almeno pari a 4 PN. Il campione sarà strumentato con estensimetri elettrici.

Si verificherà che alla pressione di progetto la deformazione circonferenziale sia $< 2 \times 10^{-3}$.

Pressione di rottura

Questa prova è la prosecuzione della prova precedente e si conduce pertanto alle stesse condizioni; non si ammettono rotture con pressioni < 6 PN.

Rigidità trasversale

Questa prova sarà condotta in accordo con le norme vigenti e con i carichi risultanti dai profili di posa, con un minimo di 10.000 N/m².

Prove sui pezzi speciali

La Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di una prova a pressione per verificare la pressione di fessurazione e di scoppio su un pezzo speciale rappresentativo.

Certificati

Il produttore delle tubazioni dovrà allegare ai documenti di spedizione del lotto la documentazione relativa alla provenienza ed alle prove di controllo delle materie prime utilizzate per la produzione dei manufatti ed alle prove eseguite in ottemperanza a quanto precedentemente specificato.

La Stazione Appaltante e la Direzione Lavori si riservano il diritto di condurre test presso laboratori indipendenti a spese dell'Impresa.

Marcatura

Tutti i tubi e pezzi speciali saranno marcati in modo indelebile riportando le seguenti informazioni:

- norme e marchio del fornitore
- data di costruzione
- pressione nominale in atm
- tipo di fluido per il quale il tubo è idoneo (acqua potabile o scarichi fognari o acqua per irrigazione o scarichi industriali ecc.).

Dichiarazioni

L'Impresa dovrà esibire alla Direzione Lavori, sia per le tubazioni a terra che per quelle in acque salmastre o marine una dichiarazione, firmata dal suo legale rappresentante, con l'indicazione, a carattere vincolante, del nome del produttore di tubazioni in P.R.F.V. previste in progetto dal quale l'Impresa si approvvigiona.

A tale dichiarazione l'Impresa dovrà allegare la documentazione separata dal produttore prescelto per la fornitura delle tubazioni in P.R.F.V.:

- certificati rilasciati o visti da Amministrazioni o Enti Pubblici, dai quali risulti che il produttore prescelto abbia già fornito tubazioni in P.R.F.V., collaudate positivamente e precisare di quali diametri uguali o superiori a quelli previsti in progetto;
- dichiarazione del produttore prescelto delle tubazioni in P.R.F.V., che lo stabilimento di produzione è ubicato in area CEE, con l'indicazione della località esatta, nonché l'elenco completo e dettagliato dei macchinari e delle attrezzature di produzione;
- relazione tecnica della società produttrice delle tubazioni, nella quale siano riportati tutti i parametri che permettano di definire il comportamento dei materiali (tipo di resina e vetro, spessori, rapporti vetro/resina, resistenza, allungamenti, moduli elastici, ecc.) ai fini della progettazione della linea;
- rapporti di collaudo interno di stabilimento della società produttrice delle tubazioni, che dimostrino la correttezza dei parametri di progettazione, di cui al precedente punto;
- la dichiarazione della società produttrice delle tubazioni in cui sia evidenziato che questa dispone, nel proprio stabilimento, di adeguati laboratori chimici e meccanici dotati di tutti i macchinari, attrezzature e strumenti necessari per l'esecuzione delle prove di collaudo ed accettazione dei materiali oppure presso quali Istituti si provvederà a dette prove.

Tale dichiarazione dovrà pure contenere un elenco dettagliato delle attrezzature di prova e collaudo disponibili nello stabilimento di produzione della società produttrice delle tubazioni o presso gli Istituti prescelti.

È comunque facoltà della Direzione Lavori ordinare che a cura e spese dell'Impresa possano venire effettuate prove o collaudi anche in laboratori od Istituti diversi da quelli indicati nella dichiarazione di cui sopra.

CAPITOLO 4

MOVIMENTI DI MATERIE, OPERE MURARIE E VARIE

Art. 4.1

COLLOCAMENTO IN OPERA - NORME GENERALI

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che le venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Art. 4.2

COLLOCAMENTO IN OPERA DI MATERIALI FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dalla Stazione Appaltante sarà consegnato assieme alle istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente. Pertanto l'Appaltatore dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere di adattamento e ripristino che si rendessero necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera nel presente Capitolato, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatogli, prima e dopo del suo collocamento in opera.

Art. 4.3

SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui alle norme tecniche vigenti, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di intralcio o danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applicano le disposizioni di legge.

L'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e/o delle demolizioni relative.

Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, il loro utilizzo e/o deposito temporaneo avverrà nel rispetto delle disposizioni del d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e del d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" e relativi allegati.

4.3.1 Gestione dei cantieri di piccole dimensioni

I cantieri di piccole dimensioni rappresentano il tipo di opera maggiormente diffusa sul territorio e comportano movimentazioni minime di terreno a seguito delle attività di scavo. Al fine di procedere alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo per la loro qualifica come sottoprodotti e consentirne la gestione dei materiali in sicurezza, i destinatari del presente capitolato seguiranno le indicazioni operative delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Gli aspetti ivi indicati ed essenziali per la verifica dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nei piccoli cantieri che si intendono utilizzare come sottoprodotti, riguardano:

1. la numerosità dei punti d'indagine e dei campioni da prelevare
2. le modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi

Tali modalità operative sono da intendersi preliminari alle operazioni effettive di scavo; qualora invece, per specifiche esigenze operative risulti impossibile effettuare le indagini preliminarmente allo scavo, sarà possibile procedere in corso d'opera.

Numerosità dei campioni

Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare nei cantieri di piccole dimensioni è individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo.

La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

	AREA DI SCAVO	VOLUME DI SCAVO	NUMERO MINIMO DI CAMPIONI
a	=< 1000 mq	=< 3000 mc	1
b	=< 1000 mq	3000 mc - 6000 mc	2
c	1000 mq - 2500 mq	=< 3000 mc	2
d	1000 mq - 2500 mq	3000 mc - 6000 mc	4
e	> 2500 mq	< 6000 mc	DPR 120/17 (All. 2 tab. 2.1)

In merito ad "Interventi di scavo in corsi d'acqua" ed alla "modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi", a seconda della casistica ricorrente, si avrà cura di procedere secondo le indicazioni operative contenute al punto 3.3 delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Art. 4.4 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, poiché per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta.

Art. 4.5

SCAVI DI FONDAZIONE E SUBACQUEI, E PROSCIUGAMENTI

1. Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione Appaltante; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

2. Se dagli scavi in genere e dagli scavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni precedenti, l'Appaltatore, in caso di filtrazioni o acque sorgive, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti

quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Art. 4.6 **RILEVATI E RINTERRI**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale, nel rispetto delle norme vigenti relative tutela ambientale, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e le disposizioni del d.P.R. n. 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

Per i rilevati e i rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature o pareti di scavo, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art. 4.7 **PARATIE O CASSERI**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere muniti di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni, preventivamente spianate, debbono essere munite di puntazze in ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendone la parte sporgente

quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art. 4.8 **MALTE E CONGLOMERATI**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1°	Malta comune: Calce comune in pasta Sabbia	0,45 m ³ 0,90 m ³
2°	Malta semidraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Sabbia Pozzolana	0,45 m ³ 0,45 m ³ 0,45 m ³
3°	Malta idraulica: Calce idraulica Sabbia	- 0,90 m ³
4°	Malta idraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Pozzolana	0,45 m ³ 0,90 m ³
5°	Malta cementizia: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	- 1,00 m ³
6°	Malta cementizia (per intonaci): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	- 1,00 m ³
7°	Calcestruzzo idraulico (per fondazione): Malta idraulica Pietrisco o ghiaia	0,45 m ³ 0,90 m ³
8°	Smalto idraulico per cappe: Malta idraulica Pietrisco	0,45 m ³ 0,90 m ³
9°	Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): Cemento normale (a lenta presa) Sabbia Pietrisco o ghiaia	2,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
10°	Conglomerato cementizio (per cunette, piazzole, ecc.): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia	2÷2,5 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
11°	Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: Cemento Sabbia Pietrisco e ghiaia	3,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
12°	Conglomerato cementizio per pietra artificiale (per parapetti o coronamenti di ponti, ponticelli o tombini): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia Graniglia marmo nella parte vista battuta a martellina	3,50 q 0,400 m ³ 0,800 m ³ -
13°	Conglomerato per sottofondo di pavimentazioni in cemento a doppio strato: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco	2,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
14°	Conglomerato per lo strato di usura di pavimenti in cemento a due strati, oppure per pavimentazioni ad unico strato: Cemento ad alta resistenza Sabbia Pietrisco	3,50 q 0,400 m ³ 0,800 m ³

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso

determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malta di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 4.9

DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Art. 4.10

CALCESTRUZZI E CEMENTO ARMATO

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo, esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo nel caso di scavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di 30 cm d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi d'immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed userà la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori stimerà necessario.

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., nel D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico libero professionista iscritto all'albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che le verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che le verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse della Stazione Appaltante, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare.

La responsabilità verrà invece lasciata piena e completa all'Appaltatore, anche per ciò che concerne forma, dimensioni e risultanze di calcoli, quando si tratti di appalti nei quali venga ammessa la presentazione da parte dell'Appaltatore del progetto esecutivo delle opere in cemento armato.

Tale responsabilità non cessa per effetto di revisioni o eventuali modifiche suggerite dalla Stazione Appaltante o dai suoi organi tecnici ed accettate dall'Appaltatore.

Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia: l'applicazione si farà previa pulitura e lavatura delle superfici delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e fratazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

Art. 4.11

MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAMA A SECCO - GABBIONATE

a) Murature in pietrame a secco. - Dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così con la accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della Direzione dei Lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

b) Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili).

Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi e fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure, infine, negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

c) Gabbionate e mantellate metalliche. - Per la costruzione delle gabbionate di rete metallica dovrà provvedersi, prima del riempimento, a cucire i singoli spigoli degli elementi in modo da ottenere le sagome previste; successivamente si procederà al collegamento degli spigoli con quelli degli elementi contigui, comprendendo nella cucitura gli eventuali fili di bordatura.

Le cuciture saranno eseguite in modo continuo passando il filo entro ogni maglia e con un giro doppio ogni due maglie. Il filo occorrente per cuciture e tiranti dovrà avere le caratteristiche specificate nell'art. "Materiali Metallici". La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata cucendo i bordi del coperchio a quelli delle pareti con l'apposito filo per cucire, passando il filo entro ogni maglia e con un giro doppio ogni due maglie. Nell'allestimento, unione e chiusura degli elementi è vietata ogni attorcigliatura dei filoni di bordatura.

Il materiale di riempimento dovrà essere riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori e le sue dimensioni dovranno essere comprese tra il 120 ed il 300 per cento della maggiore dimensione della maglia della rete, sempre che questo consenta di ottenere pareti piane e parallele tra loro, e spessore costante del manufatto.

Per la costruzione delle gabbionate di tipo speciale, si osserveranno le norme dettate dalle Case fornitrici dei manufatti metallici.

Le disposizioni di cui sopra si applicano anche alle mantellate di rete metallica.

Art. 4.12

MURATURE DI PIETRAMA CON MALTA

La muratura a getto ("a sacco") per fondazioni risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, quest'ultima in proporzione non minore di 0,45 m³ per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternate entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura, in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta.

La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi: tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi.

Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione si incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legname in guisa da evitare il disperdimento della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura adottare tutti i mezzi necessari perché le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta.

La muratura di pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza.

Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessioni fra due corsi consecutivi.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per l'irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che

non si tocchino mai a secco, e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costituire un paramento rustico a faccia vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati.

Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità di materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro.

Le facce viste delle murature in pietrame che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

Art. 4.13

PARAMENTI PER LE MURATURE DI PIETrame

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico greggio;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere ripianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm.

La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 0,25 m e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori con differenza però tra due corsi successivi non maggiori di 5 cm. La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà mai essere minore di 20 cm.

In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le connessure avranno larghezza non maggiore di 1 centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo

che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Art. 4.14 **MURATURE DI MATTONI**

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per asperione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm (a seconda della natura delle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

Art. 4.15 **OPERE IN FERRO**

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori con particolare attenzione nelle saldature e bollature. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribattiture, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione.

Ogni mezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo essa responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

a) Inferriate, cancellate, cancelli, ecc. - Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben diritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessure per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio: in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

b) Infissi in ferro. - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra o con ferri comuni profilati.

In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione Appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il

sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschietture in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm, con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di legno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate, ecc. saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno mediante, a seconda dei casi, grappe di ferro, ovvero viti assicurate a tasselli di legno od a controtelai debitamente murati.

Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in sito, l'Appaltatore dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice, ecc., con stuoie, coperture, parasigoli di fortuna, ecc.

Nel caso di infissi qualsiasi muniti di controtelaio, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta della Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione della posa in opera le grappe dovranno essere murate a calce o cemento, se ricadenti entro strutture murarie; fissate con piombo e battute a mazzuolo, se ricadenti entro pietre, marmi, ecc.

Sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande, ecc.), come pure la verifica che gli infissi abbiano assunto l'esatta posizione richiesta, nonché l'eliminazione di qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata, anche in seguito, sino al momento del collaudo.

Il montaggio in sito e collocamento dovrà essere eseguito da operai specializzati, con la massima esattezza, ritoccando opportunamente quegli elementi che non fossero a perfetto contatto reciproco e tenendo opportuno conto degli effetti delle variazioni termiche.

Dovrà tenersi presente infine che i materiali componenti le opere di grossa carpenteria, ecc., debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti né perdite.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Appaltatore avrà l'obbligo, a richiesta della Direzione dei Lavori, di eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche.

Ciascun manufatto, prima dell'applicazione della prima mano d'olio cotto, dovrà essere sottoposto all'esame ed all'accettazione provvisoria della Direzione dei Lavori, la quale potrà rifiutare tutti quelli che fossero stati verniciati o coloriti senza tale accettazione.

Art. 4.16

OPERE DA STAGNAIO

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri metalli dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla Direzione dei Lavori ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Appaltatore ha obbligo di presentare, a richiesta della Direzione dei Lavori, i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione dei Lavori prima dell'inizio delle opere stesse.

Art. 4.17

OPERE DA PITTORE

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed

accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, quindi pomiciate e lisce, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciatura dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque questi ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dalla Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Appaltatore ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Egli dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Le opere da pittore dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'Appaltatore dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni della tariffa prezzi, senza che l'Appaltatore possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

A) Tinteggiatura a calce. - Le tinteggiature a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:

1. spolveratura e raschiatura delle superfici;
2. prima stuccatura a gesso e colla;
3. levigamento con carta vetrata;
4. applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno già aver ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).

B) Tinteggiatura a colla e gesso. - Saranno eseguite come appresso:

1. spolveratura e ripulitura delle superfici;
2. prima stuccatura a gesso e colla;
3. levigamento con carta vetrata;
4. spalmatura di colla temperata;
5. rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione;
6. applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

C) Verniciature ad olio. - Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:

1. spolveratura e ripulitura delle superfici;
2. prima stuccatura a gesso e a colla;
3. levigamento con carta vetrata;
4. spalmatura di colla forte;

5. applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;
6. stuccatura con stucco ad olio;
7. accurato levigamento con carta vetrata e lisciatura;
8. seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
9. terza mano di vernice ad olio con esclusioni di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle operazioni nn. 2 e 4; per le opere in ferro, l'operazione n. 5 sarà sostituita con una spalmatura di minio, la n. 7 sarà limitata ad un congruagliamento della superficie e si ometteranno le operazioni nn. 2, 4 e 6.

D) Verniciature a smalto comune. - Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione dei Lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.).

A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

1. applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
2. leggera pomiciatura a panno;
3. applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.

CAPITOLO 5

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE

Art. 5.1 MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI

5.1.1 Generalità

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le norme specifiche concernenti gli impianti fissi antincendio di competenza del Ministero dell'interno;
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento;
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorché le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con la normativa vigente, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di tutto l'articolo "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli seguenti di questo capitolo, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

5.1.2 Movimentazione delle tubazioni

1) Carico, trasporto e scarico

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

2) Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisori.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

5.1.3 Scavo per la tubazione

1) Apertura della pista

Per la posa in opera della tubazione l'Appaltatore dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari alla installazione della condotta.

A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento; in alcuni casi potranno anche doversi costruire strade di accesso. L'entità e le caratteristiche di dette opere provvisorie varieranno in funzione del diametro e del tipo di tubazioni nonché della natura e delle condizioni del terreno.

2) Scavo e nicchie

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a DN + 50 cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi.

Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

5.1.4 Posa della tubazione

1) Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli

indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

2) Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dalla Direzione dei Lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "*Movimentazione delle tubazioni*" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso di questo paragrafo al punto 2.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche

deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

Posa tubazioni

Nell'installazione di una condotta flessibile si devono raggiungere due obiettivi:

- 1) Provvedere un involucro di rinfiacco che protegga il tubo dal danneggiamento meccanico da impatto o da oggetti pesanti: ciottoli o massi
- 2) Provvedere un supporto che bilanci la pressione del terreno e dei carichi dinamici.

I carichi sono supportati da una combinazione tra la rigidità anulare del tubo e la rigidità del rinfiacco.

Nel rapporto di interazione tra tubo e terreno il terreno è di sicuro il componente della struttura che contribuisce maggiormente nel supportare i carichi. A seguire vengono proposte alcune informazioni di base relative alla posa che possono incidere sulla valutazione delle caratteristiche dei tubi da interrare.

Condizioni di posa normali

- 1) Diametro dei tubi inferiore a 600 mm
- 2) SN maggiore o uguale a 4
- 3) Ricoprimento compreso tra 80 cm e 5 metri
- 4) Livello della falda non superiore a 60 cm al di sotto della superficie
- 5) Percorso della condotta attraverso un suolo stabile

Specifiche condizioni di installazione

- 1) La profondità di installazione è relativamente alta (> 6 m)
- 2) Quando le caratteristiche del sottosuolo non consentono adeguato supporto alla tubazione (suoli instabili, soffici o bagnati)
- 3) Quando vi siano sovraccarichi statici o dinamici in superficie e posa superficiale
- 4) Per tubazioni con basse rigidità anulari

Il rinfiacco è il materiale che supporta il tubo. Questo materiale può essere quello proveniente dallo scavo realizzato per ospitare la tubazione (terreno naturale).

Le caratteristiche del terreno naturale devono essere approfondite. Il terreno naturale può subire una spinta di compressione e deformarsi a causa della pressione orizzontale esercitata dal tubo e trasferita attraverso il materiale di rinfiacco, questo solitamente ha un effetto minore, ma può causare una ulteriore deflessione del tubo.

A parte le caratteristiche granulometriche, la densità ha il maggior effetto sulla rigidità del rinfiacco.

Classificazioni dei materiali di rinfiacco per tubi in materiale plastico

Classe	Descrizione del terreno
IA	Aggregati manufatti, pietrisco a spigoli vivi vagliato e pulito a singola pezzature, rocce frantumate, scaglie, senza materiali fini.

IB	Aggregati di processo, pietrisco a spigoli vivi di varie pezzature, pulito. Compresi materiali di tipo IA miscelati con sabbia e ghiaia per ridurre la migrazione.
II	Suoli a grana grossolana, puliti. Compresa ghiaia, miscele di ghiaia e sabbia , e sabbie più o meno vagliate, senza materiali fini (< 5 % di materiali con granulometria inferiore a 200 µm).
II	Suoli a grana grossolana, da puliti ad un massimo contenuto di materiali fini (granulometria inferiore a 200 µm) da 5 a 12%.
III	Suoli a grana grossolana contenenti dal 12 al 50% di materiali fini. Incluse ghiaie argillose, sabbie limose e sabbie argillose.
IVA	Suoli a grana fine (inorganici). Inclusi limi inorganici, polvere di roccia, limi sabbiosi, argille a bassa e media plasticità, argille sabbiose o limose.
IVB	Suoli a grana fine (inorganici). Inclusi limi fossili, argille plastiche.
V	Suoli organici. Inclusi limi organici o mescole di argilla e torba

Materiali di classe III o IVA

I materiali di classe III o IVA assicurano una minore rigidità di supporto di quelli di tipo I e II, a parità di densità e grado di compattazione, in parte a causa del crescente contenuto di argilla. Inoltre richiedono un maggiore sforzo di compattazione per ottenere la densità specificata ed il loro contenuto di umidità deve essere rigorosamente controllato entro il limite ottimale. La collocazione e la compattazione dei terreni di classe IVA sono particolarmente sensibili al contenuto di acqua. Se un materiale di classe IVA fosse troppo umido, le attrezzature di compattazione potrebbero affondare nel materiale; se il suolo fosse troppo asciutto, la compattazione apparirebbe normale, ma la seguente saturazione potrebbe provocare il collasso della struttura e condurre ad una perdita del supporto del tubo. Tipicamente l'applicazione di materiali di classe IVA è limitata alle applicazioni in pressione con ricoprimenti limitati. Per la compattazione dei materiali di classe III o IVA si utilizzano compattatori meccanici ad impatto, in funzione della tipologia di materiale di rinfiato, del suo contenuto di umidità e dell'altezza di ricoprimento può essere richiesto un numero maggiore di passi di compattazione. Si può considerare una massima altezza degli strati da compattare di 15 cm quando si compatti per impatto. La densità del rinfiato deve essere monitorata continuamente per garantire che si ottenga la densità richiesta.

Classe IVB o V

I materiali di classe IVB o V garantiscono difficilmente un qualsiasi supporto alla condotta e sono spesso difficili da posizionare e compattare. Questi materiali sono di norma sconsigliati per essere utilizzati come rinfiato del tubo a meno si installino tubi con bassi SDR ed alte rigidità anulari, senza traffico e con ricoprimenti dell'ordine di un metro. In molti casi la tubazione potrebbe galleggiare in questo tipo di suolo quando questo dovesse saturarsi di acqua.

Scarso Ricoprimento

Molte specifiche tecniche di posa delle tubazioni flessibili indicano una altezza di ricoprimento minima di 60 cm. Nella realizzazione di reti di scarico risulta conveniente e spesso necessario posizionare i tubi a quote superiori, anche in presenza di carichi dinamici, sotto una pavimentazione carrabile. In caso di ricoprimenti inferiori alle indicazioni di norma le tubazioni a più alta rigidità anulare: Tech 3 e Hydro 16 risultano una scelta consigliata. Sicuramente il materiale granulare di ricoprimento previene la formazione di solchi nella carreggiata battuta, garantisce la stabilità della pavimentazione, protegge la tubazione dagli urti ed isola la condotta dalle basse temperature, ma la tecnologia tripla parete del tubo Tech 3 previene il rischio di rottura delle corrugazioni e l'elevata rigidità anulare consente di posare i tubi Tech 3 con ricoprimenti fino a 30 cm, anche sotto una pavimentazione stradale. Utilizzando materiali classificati di tipo 1 e tipo 2 dalla norma UNI ENV1046 e garantendo un buon grado di compattazione, la tubazione Tech 3 risulta una scelta vincente per ridurre le profondità di posa ed i movimenti terra.

Tecniche di rinfianco

Il fondo della trincea deve avere sufficiente stabilità e portanza per costituire un piano di lavoro solido durante la costruzione per mantenere il tubo all'allineamento richiesto e sostenere il peso del materiale di riempimento collocato intorno e sopra la condotta. Il fondo della trincea deve essere liscio e libero da materiali di scarto delle pareti della trincea, grosse pietre, blocchi di terreno, materiali ghiacciati, corpi duri o soffici derivanti da rocce o suoli a bassa resistenza e da tutti i materiali che potrebbero causare un cattivo o non uniforme supporto del tubo. Il fondo della trincea deve essere mantenuto asciutto durante l'installazione del tubo e del materiale di rinfianco. I materiali dovrebbero essere selezionati per prevenire adeguatamente la migrazione del rinfianco.

Scavi eccedenti alla base della trincea per più di 15 cm necessitano di essere riempiti con il materiale di rinfianco che sia compattato ad una densità uguale o superiore al rinfianco. Se gli scavi eccedenti superano i 30 cm, il corretto piano di posa deve essere ristabilito con materiali appartenenti alle classi I e II che siano compattati alla stessa densità del terreno naturale, ma non minore della densità richiesta per il materiale di rinfianco.

- Un tipo di installazione comune è in trincea stretta, con un franco laterale utile solo all'allineamento e per la corretta posa del rinfianco. Una trincea non dovrebbe essere tanto stretta da rendere difficoltose le operazioni di rinfianco e compattazione lungo le zone dei fianchi del tubo.

- L'azione "arco" del suolo contribuisce a supportare i carichi. Il suolo si comporta come un arco in muratura. Non è necessario cemento poiché il materiale di riempimento è confinato in compressione. Il terreno protegge il tubo.

Il rinfianco è l'arco del terreno. Deve essere compattato sopra e al di là del tubo, al fine di creare un arco. L'allettamento provvede a fare da spalla per l'arco di terreno, per questo deve essere ben compattato. La granulometria suggerita per il rinfianco non dovrebbe essere superiore a 13 mm per tubi fino a DE110, 20 mm per tubi fino a DE200, e 25 mm fino a DE400, e fino a 40 mm per DE>400.

- Se si utilizzano compattatori meccanici, l'arco di terreno deve essere compattato a strati di meno di 30 cm, sui due lati del tubo, in modo che le superfici compattate risultino allo stesso livello. Il terreno non dovrebbe essere compattato direttamente sull'estradosso del tubo. La compattazione direttamente sopra l'estradosso del tubo crea una pericolosa concentrazione di carico.

- Una ottima installazione di tubi interrati è quella che disturba il terreno naturale al minimo. Un cunicolo trivellato con lo stesso diametro esterno del tubo in cui inserire il tubo stesso è tale da provocare il minimo disturbo al terreno naturale. Il microtunneling prevede la creazione di un foro leggermente più grande del tubo inserito e risulta essere una tecnica utilizzata con successo.

- In suoli saturi, molti tubi tendono a galleggiare piuttosto che affondare.

- Tutti i vuoti nel rinfianco dovrebbero essere eliminati. I vuoti possono provocare concentrazioni di spinta intorno al tubo e possono diventare canali per il flusso delle acque di falda lungo il tubo (sotto i fianchi). Occorre mantenere un contatto continuo dell'allettamento con il tubo.

- La densità del terreno di rinfianco è la proprietà più importante che assicura che questo provveda al supporto strutturale del tubo. Per molti tipi di suolo la densità richiesta può solo essere ottenuta mediante compattazione meccanica. Per terreni di rinfianco selezionati come le ghiaie a singola pezzatura la compattazione può essere ottenuta semplicemente muovendo il materiale nella sede intorno al tubo.

- Le pietre frantumate provvedono ad un buon supporto ma spesso richiedono operazioni di vibrazione o compattazione per movimentare il pietrisco sotto i fianchi ed a contatto con il tubo.

- Sotto il livello della falda la densità del suolo è estremamente importante. Con un indice di vuoti maggiore di quello critico, la presenza di acqua potrebbe causare spostamenti delle particelle di terreno e tendere a compattarle in volumi più piccoli. Quando il terreno sciolto viene saturato il volume si riduce ed i vuoti rimasti vengono occupati dall'acqua che non può supportare i carichi. La massa di terreno diviene liquida ed il tubo può collassare. Se il terreno viene portato ad una densità superiore alla critica (indice di vuoti inferiore a quello critico) risulterà confinato e non suscettibile di movimenti.

Per molti tipi di terreno la densità critica si ottiene nell'intervallo 88 – 92 % dello standard

Proctor. Tecniche di compattazione

Rinterro selezionato: terreni selezionati attentamente classificati come le ghiaie lavate e le pietre frantumate cadono nello scavo con densità superiori a quella critica. L'unica prescrizione è di muovere il terreno vicino al tubo specialmente sotto i fianchi al fine di ottenere un contatto più intimo tra rinfiango e tubo.

Compattazione meccanica: la compattazione a strati del terreno è un metodo efficace per addensarlo. I compattatori meccanici addensano il suolo rullando, smuovendo, pressando, impattando, vibrando o una combinazione di questi. In molti casi potrebbe essere utile effettuare delle prove di addensamento per assicurarsi che la densità voluta venga raggiunta. Attrezzature pesanti (compattatori, elevatori, macchinari) non devono operare vicino alla struttura flessibile, in quanto potrebbero provocare disallineamenti, deflessioni e altri stress indotti.

Vibrazione: terreni sciolti possono essere compattati vibrandoli a strati mediante piatti vibranti e rullatori vibranti. Vibratori da cemento sono efficaci nella collocazione del rinfiango intorno al tubo in presenza di acqua in quantità tale da creare una miscela diluita simile al cemento. L'operatore può stendere uno strato di rinfiango e successivamente posizionarlo con il vibratore da cemento. Questa tecnica dispone, ma non compatta il terreno. I suoli saturi non sono comprimibili, dunque compattabili. Se si utilizza un simile sistema il terreno deve avere elevata capacità drenante. Inoltre il tubo non può sopportare carichi verticali, come il terreno di ricoprimento, finché, dopo vibrazione il suolo non risulti drenato ed abbia raggiunto la densità voluta. Le tecniche che prevedono l'irrigazione o l'impaludamento della trincea sono possibili solo se il terreno naturale risulti avere un elevato grado di permeabilità. La classificazione del terreno è un elemento importante nella posa di condotte interrate.

Irrigazione (impaludamento): uno strato di terreno drenante è disposto fino ai fianchi del tubo, poi il rinfiango viene irrigato. Successivamente si procede con un secondo strato fino alla sommità della condotta. Deve essere utilizzata acqua a sufficienza affinché il terreno sia saturato. Il terreno naturale ed il rinfiango devono essere ben drenanti e occorre procedere ad una successiva stesura solo dopo che il terreno sia tornato asciutto. Il meccanismo di compattazione è legato alla spinta discendente di infiltrazione che addensa il materiale di rinfiango. Il terreno è trascinato nei vuoti e sotto i fianchi del tubo. Occorre prestare attenzione perché il tubo non vada fuori allineamento. Questo, quando possibile, risulta essere il metodo più semplice per la compattazione del materiale di rinfiango intorno al tubo.

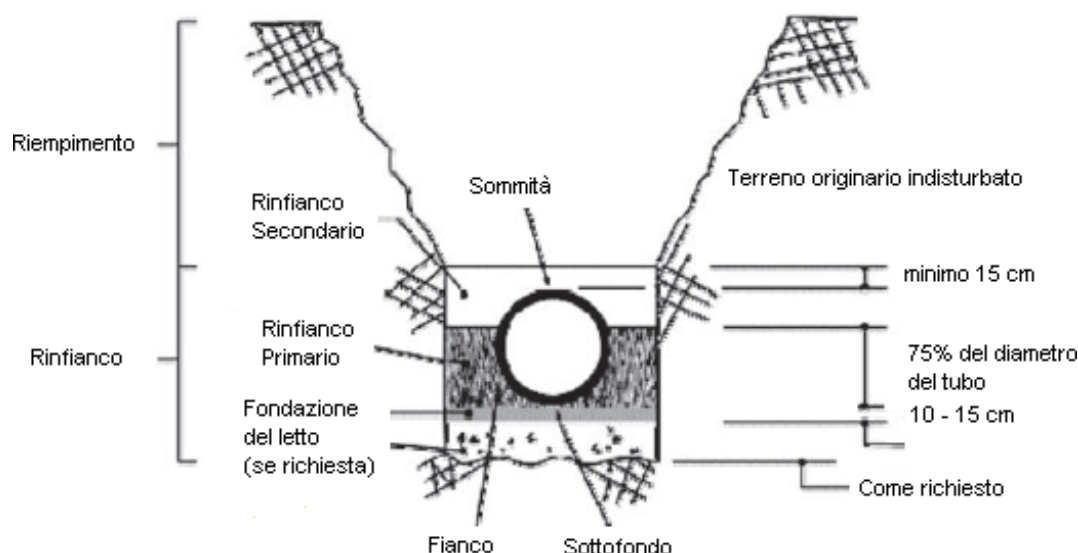
Malta liquida e riempimenti fluidi

In alcune circostanze il miglior modo per assicurare il supporto sotto i fianchi del tubo è mediante riempimenti fluidi (misto cementizio o malta liquida). Il tubo viene allineato su un dosso di terreno. Il riempimento fluido viene versato all'interno della zona del fianco del tubo da un primo lato. Se è richiesta una profondità del letto fluido superiore all'altezza di galleggiamento, il riempimento deve essere predisposto a strati. Il pieno contatto è assicurato quando il riempimento fluido risale l'altro lato del tubo. Il riempimento fluido non dovrebbe raggiungere un'eccessiva compattezza. Le resistenze a compressione richieste al materiale di riempimento si aggirano intorno alle 140 N/cm².

Resistenze inferiori (28 N/cm^2), vengono suggerite per ridurre gli effetti dei carichi concentrati e per facilitare successive escavazioni.

Sabbia stabilizzata con cemento

Un caso speciale di rinfiamento utilizza sabbia o sabbia mista ghiaia (terreno di tipo 2 secondo UNI EN 1046) stabilizzata con cemento. La sabbia stabilizzata con cemento, una volta posata, può conferire lo stesso, se non un superiore supporto, rispetto ad un rinfiamento che utilizzi ghiaia compattata (terreno di tipo 1 secondo UNI ENV1046). La sabbia stabilizzata con cemento consiste in un terreno sabbioso miscelato con il 3-5% di cemento. Per ottenere una densità corretta, il materiale viene compattato piuttosto che semplicemente versato come nel caso del solo cemento. Il materiale deve essere posato umido con un contenuto di acqua ottimale e successivamente compattato in strati come per il rinfiamento con materiali di tipo sabbioso. Il contenuto di acqua ottimale è quello che conferisce la più alta densità del materiale per un dato grado di compattazione. Migliori risultati si ottengono lasciando consolidare l'impasto di sabbia e cemento per una notte prima di procedere al successivo riempimento. Se la trincea viene immediatamente riempita, il rinfiamento con sabbia e cemento darà lo stesso supporto che il rinfiamento con la sola sabbia, migliorerà solo il comportamento a lungo termine. Il rinfiamento con sabbia rinforzata cemento viene solitamente collocato sia nella zona di rinfiamento primario che in quella di rinfiamento secondario.



Questo documento è estrapolato dalla letteratura tecnica relativa alla posa di condotte interrate: in ogni caso va garantito il rispetto delle normative e della legislazione nazionale in materia di opere civili. Si rimanda alle norme UNI ENV 1046, UNI EN 1610, UNI EN 1295 ed UNI EN 7517. Criteri di posa differenti da quanto specificato dalle normative non possono essere presi in considerazione, né avallati.

3) Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche.

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.

I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

4) Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione.

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. È vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. È vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

5) Prova d'isolamento e protezione catodica

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.

Le tubazioni suddette, nei casi in cui la presenza di correnti vaganti o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lascia prevedere elevate possibilità di corrosione, verranno portate in condizioni di immunità cioè tali da neutralizzare ogni fenomeno di corrosione, mediante applicazione della protezione catodica.

A prescindere dal sistema con cui questa verrà eseguita, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, sarà nei suddetti casi comunque realizzata la protezione catodica temporanea, per impedire gli eventuali processi iniziali di corrosione che potranno manifestarsi specie nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa delle condotte e l'applicazione della protezione catodica.

6) Giunzioni dei tubi

Verificata pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

Art. 5.2

ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI

Attraversamenti e parallelismi con ferrovie e simili

Nei casi di interferenza (attraversamenti e parallelismi) di condotte (convoglianti liquidi o gas o sostanze solide minute, polverulente, pastose o in sospensione in veicolo fluido) e di canali con: ferrovie, tranvie extraurbane, filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti similari, saranno osservate le norme UNI e CEI

vigenti ed in particolare le prescrizioni del [D.M. 04 aprile 2014 n. 137](#).

Se progettualmente previsti, gli attraversamenti saranno distinti secondo la norma in:

- **interrati** (al disotto dei binari)
- **superiori** (mediante struttura portante propria ed attraversamenti con appoggio su altri manufatti)
- **inferiori** (realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti).

Tutte le condotte dovranno essere intercettabili a monte ed a valle dell'attraversamento. Gli organi di intercettazione dovranno essere ubicati in posizione facilmente accessibile, in modo che possa essere rapido l'intervento per intercettare il flusso in caso di necessità. Tali organi di intercettazione dovranno essere protetti da camerette interrate o pozzetti interrati in modo che la loro manovra possa essere effettuata soltanto da personale addetto.

Si avrà cura inoltre, di predisporre tutti gli elementi accessori previsti dal caso specifico in quanto a tubi di protezione, saracinesche, pozzetti e quant'altro necessario per rendere l'opera completa e funzionale.

Gli attraversamenti **interrati** saranno realizzati con un tracciato della condotta di norma rettilineo e normale all'asse del binario.

In prossimità di opere d'arte e di impianti tecnologici (sostegni trazione elettrica, antenne radio, ecc.) l'attraversamento dovrà essere realizzato in modo tale da non interessare le strutture delle opere d'arte e degli impianti stessi consentendone allo stesso modo l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento. In ogni caso l'attraversamento dovrà risultare a distanza dal filo esterno della struttura più vicina non minore dell'altezza del piano del ferro sul piano di fondazione dell'opera d'arte, con un massimo di 10 m. Nei confronti degli imbocchi delle gallerie va rispettata la distanza di 10 m.

La condotta attraversante dovrà essere contenuta entro un *tubo di protezione* di maggior diametro; se in acciaio dovrà avere uno spessore adeguato alle sollecitazioni da sopportare e comunque non inferiore ai 4 mm. Nel caso di impiego di altri materiali, per il tubo di protezione saranno osservate le norme dettate dal D.M. 04 aprile 2014, n.137. La pendenza di posa dovrà essere uniforme e non inferiore al due per mille in direzione del pozzetto di valle.

La condotta attraversante dovrà essere interrata — per una estesa corrispondente alla distanza tra le due rotaie estreme più 3 m al di là di entrambe — a una profondità tale che l'altezza del terreno sovrastante il tubo di protezione risulti di almeno 1,20 m e che il punto più alto del tubo stesso si trovi ad almeno 2 m al di sotto del piano del ferro (della rotaia più bassa se vi è sopraelevazione del binario).

Se nella in tale estesa ricadono cunette, la profondità di interramento rispetto al fondo d'essa dovrà risultare di almeno 0,80 m. Oltre detta estesa e fino a 20 m dalle rotaie estreme, la profondità di interramento non dovrà essere minore di 0,80 m. Andrà inoltre rispettata una profondità di almeno 0,30 m rispetto alle condotte d'acqua ed ai cavi interrati, di pertinenza delle ferrovie.

Nel caso di attraversamenti **superiori** con struttura portante propria dovranno essere progettati e realizzati con l'esclusione di strutture metalliche, e con un passaggio che consenta l'ispezione della tubazione (o delle tubazioni) la cui disposizione dovrà essere tale da renderne anche agevole la manutenzione.

Non sarà ammesso l'attraversamento di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse.

Nei casi di condotte con struttura portante propria quest'ultima dovrà assicurare un'altezza libera sul piano del ferro di almeno:

- a): 7,2 m per le ferrovie elettrificate a 25 kV C.A.;
- b): 7,0 m per tutte le altre ferrovie.

In ogni caso dovrà essere rispettato il franco elettrico minimo indicato nella [CEI EN 50119](#).

Negli attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, quando lo spessore del terreno esistente tra il piano di posa della condotta e l'estradosso del rivestimento della galleria risulti inferiore a 5 m dovrà essere previsto il tubo di protezione indicato in precedenza da estendersi da ambo i lati della galleria di almeno 10 m.

Gli attraversamenti **inferiori**, cioè quelli realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti, saranno ammessi soltanto se compatibili con la funzione dei manufatti, secondo precisa indicazione della Direzione Lavori.

La profondità di interramento non dovrà essere inferiore a 0,80 m rispetto al piano di campagna o al piano stradale. Di norma la condotta dovrà essere posata preferibilmente in corrispondenza della mezzzeria della luce libera dell'opera d'arte. Non sarà ammesso spingere gli scavi per l'interramento di condotte al di sotto dei piani di posa delle fondazioni di dette opere.

Se progettualmente prevista, si procederà alla costruzione di condotte in parallelismo alle ferrovie, poste

in opera a distanze, profondità e caratteristiche tecniche dettate dalla normativa citata. Detti **parallelismi**, dovranno essere posate parallelamente al binario, ad una distanza tale da non costituire pregiudizio alla sede ed alle opere ferroviarie; tale distanza, non dovrà essere inferiore a 10 m dalla più vicina rotaia e dovrà essere misurata ortogonalmente all'asse del binario. Contemporaneamente dovrà essere rispettata la distanza di 3 m dal piede del rilevato o 5 m dal ciglio della trincea, anche se ciò comporta un aumento della sopracitata distanza di 10 m. In ogni caso la distanza tra la generatrice esterna della condotta e il piede del rilevato, o il ciglio della trincea, non dovrà essere inferiore alla profondità del piano di posa della condotta stessa, rispetto al piano di campagna.

Ultimato l'attraversamento o il parallelismo, si dovrà procedere:

1. ad effettuare tutte le prove e verifiche in contraddittorio tra le parti (Appaltatore, Direzione Lavori ed Ente responsabile della ferrovia) per accertare la rispondenza fra progetto approvato ed esecuzione degli impianti;
2. a redigere apposito Verbale di regolare esecuzione che dovrà essere firmato da funzionari responsabili delle parti.

Negli attraversamenti o parallelismi di cui è prevista la protezione catodica, trascorsi centottanta giorni dalla data di emissione del Verbale di regolare esecuzione, si procederà alla redazione in contraddittorio, a firma di funzionari responsabili delle parti, in duplice copia, di un altro verbale dal quale dovrà risultare che l'impianto di protezione catodica è funzionante, ben dimensionato e che la condotta ed il relativo tubo di protezione, in relazione alle caratteristiche dell'elettrodo utilizzato, siano mantenuti ad un potenziale tale da garantire una protezione equivalente a quella garantita da un valore di almeno 0,85 Volt negativi con l'utilizzo di elettrodo Cu-CuSO₄.

Il rilievo del potenziale di protezione catodica deve essere effettuato in conformità delle norme vigenti ed in particolare secondo la norma [UNI 11094](#).

Attraversamenti di corsi d'acqua e strade

Si dovranno predisporre manufatti di attraversamento ogni volta che la condotta incontri:

- un corso d'acqua naturale o artificiale;
- una strada a traffico pesante.

Negli attraversamenti di corsi di acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovrappassaggio mediante piccoli ponti progettati per il sostegno della tubazione, oppure servirsi come appoggio di un ponte esistente. Nel caso di piccoli corsi d'acqua, come torrenti, sarà effettuato un sottopassaggio ricavato in una briglia del torrente, che abbia sufficiente robustezza.

In genere, in corrispondenza all'attraversamento di un corso d'acqua si ha un punto basso della condotta e in tale punto è conveniente sistemare un pozzetto.

Gli attraversamenti stradali saranno in genere posti in cunicolo, per non essere costretti, in caso di rottura del tubo, a manomettere la sede stradale per la riparazione; è in ogni caso necessario, quando non sia conveniente costruire un vero e proprio cunicolo, disporre la condotta in un tubo più grande (tubo guaina) od in un tombino, in modo da proteggerla dai sovraccarichi e dalle vibrazioni trasmesse dal traffico sul piano stradale e permettere l'eventuale sfilamento. Gli organi di intercettazione verranno posti in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta.

Le condotte contenute in tubi-guaina (es. negli attraversamenti stradali) saranno isolate elettricamente inserendo zeppe e tasselli - rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nella intercapedine fra condotta e tubo-gomma - di materiale elettricamente isolante e meccanicamente resistente. I tasselli non dovranno occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e saranno in numero tale che in nessun caso i tubi possano venire a contatto per flessione.

I tubi-guaina saranno dotati di adeguato rivestimento esterno; i tubi di sfiato dei tubi-guaina saranno realizzati in modo da non avere contatti metallici con le condotte.

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (gasdotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati.

Per le condotte urbane:

- nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio); nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (es. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1 cm;
- negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse

ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (es. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a $2 \div 3$ volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi.

Analogamente si procederà per le condotte extraurbane, nei parallelismi e negli incroci, quando la distanza di cui sopra si riduca a meno di 75 cm.

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo

La tubazione, per la parte in cui attraversa pareti, blocchi di ancoraggio o briglie in calcestruzzo ecc., conserverà il rivestimento protettivo e verrà tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura.

Se in corrispondenza all'attraversamento deve essere realizzato l'ancoraggio, si ricorrerà a cerniere protette con idonee vernici isolanti (es. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento.

Sostegni per condotte aeree

Fra la tubazione e le sellette di appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (es. polietilene, gomma telata, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni mediante collare di lamiera e zanche di ancoraggio.

Art. 5.3

PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA

Puntellamenti ed ancoraggi per la prova

Prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfianco ed il rinterro parziale della condotta in modo da impedire che la pressione interna di prova provochi lo spostamento dei tubi; ed i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche ed altimetriche, alle diramazioni ed alle variazioni di diametro devono essere opportunamente puntellati.

Prima di eseguire gli ancoraggi definitivi in muratura, (ma di quelli che venissero costruiti si dovrà accettare la stagionatura, prima della prova) saranno effettuati puntellamenti provvisori sulle pareti dello scavo a mezzo di carpenteria in legno o in ferro (p.e. puntelli in ferro telescopici regolabili in lunghezza, martinetti idraulici) per facilitare lo smontaggio della condotta nel caso di eventuali perdite.

Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi talvolta opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo; in tale caso si provvederà nel blocco stesso un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.

Nel caso di raccordi collegati a valvola di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante apposite staffe metalliche collegate alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte-valle della valvola, generate dalla sua chiusura.

Per i blocchi di ancoraggio sarà generalmente adottata la forma a pianta trapezia ed altezza costante, con i lati maggiore e minore del trapezio di base adiacenti rispettivamente alla parete verticale dello scavo ed alla condotta.

I blocchi di ancoraggio destinati ad essere sollecitati esclusivamente a compressione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio non armato dosato a 300 kg di cemento per 1 m³ di inerti.

I blocchi destinati a sollecitazione di trazione e presso-flessione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio armato.

Le dimensioni dei blocchi saranno quelle di progetto o stabilite dalla Direzione dei Lavori.

Tronchi di condotta - Preparazione della prova

La condotta verrà sottoposta a prova idraulica per tronchi via via completati, della lunghezza ognuno di circa 100 m.

Si farà in modo di provare tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, diramazioni, sfiati, scarichi, così da avere a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica; in questo caso, quando manchino saracinesche di linea, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente, fra due flange piane, un disco di acciaio.

Se invece le estremità delle condotte non sono costituite da raccordi utilizzabili in via definitiva, occorre chiudere provvisoriamente le estremità della condotta con gli opportuni raccordi a flangia (tazza o imbocco) e relativi piatti di chiusura aventi un foro filettato.

L'Appaltatore eseguirà le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni quella degli ancoraggi provvisori e di tutte le operazioni per le prove.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere dispositivi speciali (come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo - da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione - con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua).

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario (acqua per il riempimento delle tubazioni, piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometro registratore ufficialmente tarato) per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte della Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatracchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni sì da non dare luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Disinfezione della condotta

Per ogni tratto collocato, e comunque per lunghezza non superiore di norma a 500 m, debbono essere posti 20 kg di grassello di calce nell'interno della condotta per la sua disinfezione.

L'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere altro sistema di disinfezione.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove delle condutture.

Riempimento della condotta

Si riempirà la condotta con acqua immessa preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco, per assicurare il suo regolare deflusso e per la fuoriuscita dell'aria dall'estremità alta; il riempimento sarà sempre fatto molto lentamente per assicurare la completa evacuazione dell'aria.

Il piatto di chiusura del raccordo sull'estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo d'aria.

In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell'aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare e, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro. L'immissione dell'acqua deve essere fatta ad una discreta pressione (2-3 bar almeno) collegando la condotta alla rete già in esercizio; nel caso di condotte di adduzione esterne si può prelevare l'acqua dai tronchi già collaudati o da vasche, pozzi, corsi d'acqua, mediante pompe munite di valvola di fondo. Nella fase di riempimento occorre tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato.

Si lascerà fuoriuscire l'acqua dai rubinetti per il tempo necessario affinché all'interno della condotta non vi siano residue sacche d'aria (le quali renderebbero praticamente impossibile la messa in pressione).

In caso di necessità possono realizzarsi punti di sfiato mediante foratura della condotta in corrispondenza della generatrice superiore e posa in opera di "staffe a collare".

Collocazione della pompa e messa in pressione

Ad avvenuto riempimento della condotta saranno lasciati aperti per un certo tempo gli sfiati per consentire l'uscita di ogni residuo d'aria e sarà poi disposta, preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova a pistone o a diaframma (del tipo manuale o a motore) munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato. La pompa, se posta nel punto di immissione principale (collegamento alla rete, ecc.), va collegata mediante apposita diramazione e relative valvole di intercettazione, allo scopo di poter effettuare ulteriori riempimenti della condotta senza perdite di tempo per disconnessioni temporanee.

Agendo sulla leva della pompa (o sull'accensione del motore) si metterà la condotta in carico fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che sarà raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo.

Specie nel periodo estivo e per le condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si controllerà il manometro, scaricando se necessario con l'apposita valvola della pompa l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti.

Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, verrà ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta.

Le due prove

La prova idraulica della condotta consisterà di due prove, una a giunti scoperti a condotta seminterrata e l'altra a cavo semichiuso, che saranno eseguite ad una pressione pari a 1,5-2 volte la pressione di esercizio.

Alle prove la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, la Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, eseguirà la visita accurata di tutti i giunti che, all'inizio della prova, debbono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Il buon esito della prima prova sarà dimostrato dai concordi risultati dell'esame dei giunti e dal grafico del manometro registratore; non potrà perciò accettarsi una prova in base alle sole indicazioni, ancorché positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, essa dovrà essere ripetuta.

Dopo il risultato favorevole della prima prova, si procederà alla seconda prova a cavo semichiuso, il cui buon esito risulterà dal grafico del manometro registratore.

Se questa seconda prova non darà risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti e il rinterro rinnovato. La prova verrà quindi ripetuta con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda la fornitura del materiale che per la manodopera e l'attrezzatura occorrenti.

Dopo il risultato favorevole della 1° e 2° prova, per le quali la Direzione dei Lavori redigerà "verbale di prova idraulica", verrà completato il rinterro.

Art. 5.4 RINTERRO

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente inaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie inaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino

all'ottenimento della condizione di stabilità.

Art. 5.5

POZZETTI PER APPARECCHIATURE

I pozzetti di calcestruzzo, per l'alloggio delle apparecchiature in genere saranno costruiti in numero e posizione, che risulteranno dai profili altimetrici delle condotte, anche su condotte esistenti, nei punti indicati su ordine della Direzione Lavori: essi avranno in pianta le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nell'elenco prezzi di contratto e nei disegni. La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni; il calcestruzzo della platea e delle pareti avrà resistenza caratteristica $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$, quello della soletta di copertura $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$. La soletta sarà armata con ferro tondo omogeneo del diametro 10-12 mm ad armatura incrociata calcolata a piastra, in appoggio perimetrale, con il sovraccarico determinato dal passaggio di un rullo compressore di 18 tonnellate, considerando, fra quelli possibili, il caso più sfavorevole. In particolare, nella sagomatura dei ferri e nella loro distribuzione, dovrà essere tenuto conto del vano necessario all'accesso del pozzetto, che sarà costituito da un passo d'uomo a chiave, con piastrone e cornice in ghisa, portante superiormente a vista le scritte dell'acquedotto. Detto passo d'uomo, con coperchio a filo del piano stradale, dovrà avere la sezione interna utile di passaggio minima conforme ai disegni di progetto e dovrà consentire in ogni caso l'estrazione dell'organo di manovra contenuto nel pozzetto stesso (saracinesca, ecc.) e dovrà pure resistere ai sovraccarichi citati. La soletta di copertura dovrà avere il ricoprimento di almeno 20 cm di pietrisco ed il piano di fondazione dovrà scendere fino alla quota necessaria ad ottenere l'altezza utile indicata.

Sulla stessa soletta dovranno essere annegati, a filo strada o campagna, i chiusini di ghisa per le manovre dall'esterno delle saracinesche con apposita chiave a croce.

I pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere sostenute da muretti anche in cotto, poggiati sulla platea opportunamente ancorati anche lateralmente contro le spinte orizzontali.

In particolare dovrà porsi cura che nell'interno dei pozzetti i giunti di collegamento siano liberi e staccati dalle murature in modo da consentire facile accesso o smontaggio. Le apparecchiature ed i pezzi speciali alloggiati nei pozzetti dovranno essere collegati tra loro da giunti che ne consentano un rapido smontaggio. I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno stuccati ad assestamento avvenuto con cemento plastico a perfetta tenuta d'acqua o sigillati con speciale giunto waterstop. Le pareti, la platea e la soletta dovranno essere impermeabilizzate tramite la stesura di resine epossidiche o appositi prodotti epossi-cementizi. I pozzetti dovranno risultare ispezionabili e liberi da acqua di qualsiasi provenienza. L'accesso dall'alto sarà permesso da scaletta alla marinara, in ferro zincato tondo del D.N. 20 mm ancorata alla muratura, estesa fra il fondo del pozzetto e la soletta di copertura. Ogni parte metallica scoperta situata entro il pozzetto sarà zincata a caldo mentre le condotte ed i pezzi speciali in acciaio dovranno essere protetti con vernice bituminosa e con due mani di vernice antiruggine. I pozzetti potranno essere ordinati dalla Direzione Lavori con la platea con funzione drenante senza che ciò comporti variazione di prezzo.

CAPITOLO 6

COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA

Art. 6.1

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI ACCIAIO (ACQUEDOTTI)

Movimentazione

Durante il trasporto, i tubi di acciaio devono essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti; i montanti contro i quali poggiano i tubi esterni devono essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci, ecc.).

I tubi non devono essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura per evitare danni al rivestimento.

Durante le operazioni di carico e scarico, i tubi, singoli o in fascio, non devono essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela gommata od imbottita; se i tubi hanno un diametro maggiore di 100 mm, saranno manovrati singolarmente agganciandoli alle due estremità.

I tubi di acciaio devono essere accatastati interponendo tra i vari strati dei listoni di legno o dei materassini di paglia in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti e sottostanti.

Si deve limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori tenendo presenti le condizioni ambientali (in particolare modo la temperatura).

La zona di accatastamento deve avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre o altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento; deve inoltre essere sgomberata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

Revisione del rivestimento - Protezione dei giunti - Posa in opera

Prima di calare i tubi di acciaio nello scavo si deve procedere ad un'accurata revisione del rivestimento per individuarne e ripararne gli eventuali difetti.

La riparazione si esegue asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume. Quando la vernice è asciutta al tatto, si applica uno strato di bitume fuso e si ricopre accuratamente con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume; la ricopertura deve estendersi con un buon margine sul contorno della parte lesionata.

Nel caso di piccoli difetti o di piccole avarie la riparazione può limitarsi a semplice spalmatura di bitume caldo.

La protezione del giunto viene eseguita come segue.

- Sulle estremità del rivestimento di fabbrica si realizza, con opportuno utensile, un invito a becco di flauto;
- si pulisce a fondo tutta la superficie da rivestire con spazzola metallica in modo che risulti esente da polvere, terra, scorie di saldatura, ecc.; una accurata pulizia deve essere effettuata anche su un tratto di 10 ÷ 15 cm del rivestimento esistente sui tubi nelle parti adiacenti alla zona metallica nuda;
- si applica sulle parti sopra indicate, rese pulite ed asciutte, almeno una mano di vernice bituminosa;
- si applica, dopo che la pellicola di vernice è ben essiccata, uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm; l'operazione va eseguita versando il bitume con un mestolo nella parte superiore e spalmandolo con un tampone od una spatola od altro idoneo sistema in quella inferiore;
- si controlla, eventualmente con un rilevatore elettrico a scintilla (detector), la continuità del rivestimento;
- si esegue una fasciatura in doppio strato con tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 15 cm.

Per effettuare la posa, la condotta deve essere sollevata in punti ravvicinati in modo da evitare sollecitazioni pericolose nel materiale; parimenti il rivestimento deve essere conservato intatto impiegando sistemi idonei (esempio: fasce di tessuto a base di iuta).

A seconda dal tipo di giunzione, si avvicinano le testate dei tubi e si accoppiano i bicchieri e poi si procede alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo, ed in

qualche caso sopra lo scavo stesso.

Giunzioni con saldatura

La saldatura in cantiere dei giunti a sovrapposizione (giunti a bicchiere cilindrico o sferico) o di testa delle tubazioni di acciaio deve assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Si richiedono perciò:

- materiale base atto ad essere saldato con il procedimento adottato;
- materiale d'apporto con caratteristiche meccaniche adeguate a quelle del materiale base;
- procedimento di saldatura appropriato;
- preparazione, esecuzione e controlli della saldatura adeguati al procedimento adottato ed alla importanza della condotta;
- saldatori qualificati.

La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di norma, per fusione ed apporto di acciaio al carbonio, o a bassa lega, normalmente con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti. Nel caso di tubazioni di spessore piccolo ($\leq 3,2$ mm) e di piccolo diametro (≤ 80 mm) sarà usato il procedimento al cannello ossiacetilenico.

Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e la continuità del lavoro nonché la sicurezza del personale.

Gli elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco dovranno essere classificati secondo la norma [UNI EN ISO 2560](#).

Per i giunti a bicchiere cilindrico e sferico, prima del loro accoppiamento, le estremità deformate a causa di danneggiamenti subiti durante il trasporto dovranno essere ripristinate, normalmente previo adeguato riscaldamento della zona interessata.

Per la saldatura di testa, quando questi tubi presentino ovalizzazioni o comunque un eccessivo disallineamento anche locale delle superfici interne, si dovrà usare un accoppiatubi interno o esterno di allineamento che non dovrà essere tolto prima che sia stata eseguita la prima passata, avente una lunghezza totale non inferiore al 50% della circonferenza del tubo e comunque uniformemente distribuita sulla circonferenza stessa.

Prima della saldatura le estremità da congiungere dovranno risultare completamente esenti da scorie, vernici, grasso, ruggine, terra, ecc. Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri mezzi idonei.

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a $+ 15$ °C; per temperature più basse dovrà eseguirsi un opportuno preriscaldamento; inoltre si eviterà di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità, vento, siano giudicate, dalla Direzione dei Lavori, pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

I saldatori terranno gli elettrodi da impiegare negli appositi fornelli riscaldatori ad una temperatura di $40 \div 80$ °C.

Il preriscaldamento si rende necessario se la temperatura ambiente è inferiore a $+ 5$ °C e in ogni caso per tubi di spessore superiore a 8 mm; esso potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo (bruciatori a gas propanici, ecc.) a induzione o con resistenze elettriche.

Dovranno essere impiegati saldatori qualificati.

Per quanto non indicato nelle suddette norme UNI, si seguiranno le norme ANDIS.

Prova idraulica

La pressione di prova idraulica delle condotte di acciaio sarà pari a 10 kgf/cm^2 oltre quella di esercizio e dovrà mantenersi costante per una durata di 24 ore continue, durante le quali nessuna perdita dovrà verificarsi in corrispondenza delle saldature. Qualora si dovessero invece verificare perdite le saldature relative verranno contrassegnate e, dopo lo svuotamento della condotta, riparate o rifatte come potrà ordinare la Direzione dei Lavori.

Per le tubazioni con giunti saldati l'Appaltatore ha la facoltà, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, di eseguire preliminarmente una prova di tenuta ad aria che permette di localizzare ed eliminare le eventuali saldature difettose senza attendere il risultato della prova idraulica.

Detta prova di tenuta consiste nella immissione, nel tronco di condotta da provare chiuso alle due estremità, di aria compressa a $6 \div 7$ bar mentre si bagnano con acqua fortemente saponata le singole saldature; se la prova di tenuta ha esito favorevole, l'Appaltatore potrà rivestire i giunti anche prima di collocare i tubi nello scavo. Seguiranno il rinterro e la prova idraulica di cui ai relativi articoli.

Art. 6.2
COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI GHISA (ACQUEDOTTI)

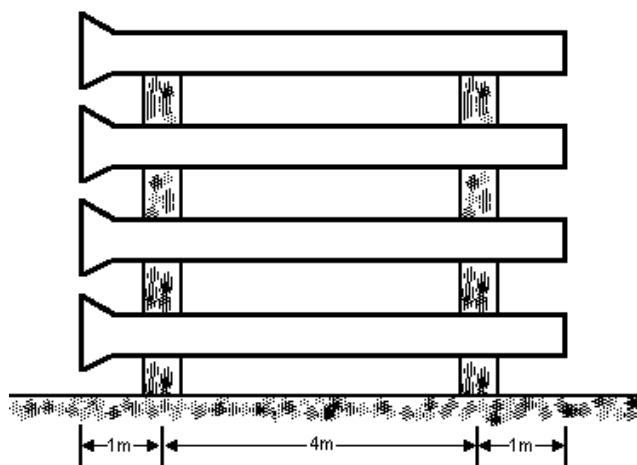
6.2.1 Movimentazione

Per il trasporto dei tubi di ghisa saranno realizzati appoggi accurati e stabili, collocando appositi intercalari in legno sia sul piano di carico che fra i vari strati di tubi.

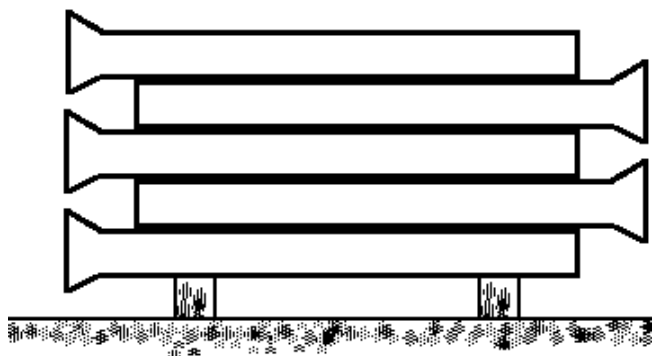
Le operazioni di carico e scarico devono essere effettuate sollevando i tubi o dalla parte centrale per mezzo di "braghe" o "tenaglie" rivestite o dalle estremità per mezzo di ganci ricoperti in gomma, atti a non danneggiare il rivestimento cementizio interno. Saranno evitate manovre brusche ed urti che possano provocare deformazioni delle estremità lisce dei tubi e conseguenti distacchi dei rivestimenti interni.

I tubi di ghisa possono essere accatastati:

- o collocandoli sulla stessa verticale con orientamento unico; essi poggiano su due intercalari in legno situati ad un metro circa dalle due estremità;



- o collocandoli a "testa-coda"; essi sono disposti in "quinconce": quelli dello strato inferiore poggiano su una generatrice e quelli degli strati superiori su due generatrici; questa disposizione richiede che i tubi dello strato inferiore siano posati su un intercalare in legno di altezza tale che i bicchieri non tocchino terra.



Con l'uno o l'altro sistema verranno limitate le altezze delle pile e, quindi, il numero degli strati in funzione inversa del diametro dei tubi, allo scopo di non sovraccaricare i tubi degli strati inferiori.

Il numero massimo di strati sarà il seguente:

DN	N° max strati
80	18
100	16
125	14
150	13
200	11
250	10
300	9

350	8
400	7
450/500	6
600	5

6.2.2 Taglio dei tubi

Il taglio

Quando, nel corso delle operazioni di posa delle tubazioni, sia necessario tagliare - fuori o dentro gli scavi - tubi di ghisa normale o sferoidale di lunghezza standard per ricavarne tronchetti o spezzoni, vi si provvederà:

- per i tubi di ghisa normale, con i comuni attrezzi "tagliatubi" del tipo di quelli usati dalle aziende di gestione acqua e gas;
- per i tubi di ghisa sferoidale, con tagliatubi speciali indicati dalle case fornitrici dei tubi stessi.

Per il taglio dei tubi saranno seguite le seguenti istruzioni.

1. Nel caso di taglio fuori scavo disporre il tubo da tagliare su appoggi abbastanza alti da consentire la libera e completa rotazione del tagliatubi; bloccare il tubo con una chiave a catena, in modo da impedirne la rotazione sotto l'azione del tagliatubi. In caso di taglio di tubi già posti nello scavo, praticare una nicchia sufficientemente ampia al disotto del punto da tagliare.
2. Accertarsi che le rotelle predisposte sul tagliatubi siano adatte al taglio del materiale tubolare (ghisa sferoidale o ghisa grigia); altrimenti sostituirle.
3. Dopo aver segnato sul tubo la sezione da tagliare, disporvi il tagliatubi serrando moderatamente il vitone con l'apposita leva a testa dentata.
4. Ruotare più volte, alternativamente, in senso orario e antiorario il tagliatubi, in modo che le rotelle si dispongano in un unico solco su un piano perfettamente perpendicolare all'asse del tubo. Evitare accuratamente che le rotelle si "avvitino" intorno al tubo in diverse spire.
5. Serrare fortemente il vitone del tagliatubi in modo che le rotelle aderiscano al tubo con una giusta pressione, tale da consentire l'incisione della parete, senza che la rotazione del tagliatubi sia resa eccessivamente difficile, da poter provocare la rottura delle rotelle: in linea di massima deve essere sufficiente, per i diametri più grandi, l'azione contemporanea di due operai.
6. Ruotare di un giro completo il tagliatubi (o alternativamente, più volte, nel caso in cui la forma del tagliatubi non consenta la rotazione completa) fino a fare ridurre sensibilmente la resistenza di attrito delle rotelle sul tubo.
7. Stringere nuovamente il vitone del tagliatubi con le modalità indicate al punto 5) e ripetere le operazioni fino ad ottenere il taglio del tubo.

Nei tubi in ghisa sferoidale con rivestimento interno cementizio il taglio con tagliatubi deve essere limitato al solo spessore della parete metallica: ciò al fine di non danneggiare le rotelle o gli utensili in acciaio speciale. Il taglio della parete interna cementizia potrà essere facilmente ottenuto percuotendo uno dei due monconi.

Le operazioni successive al taglio

A seguito del taglio si effettueranno in cantiere, sulle estremità risultanti dal taglio stesso, le operazioni di spazzolatura dell'eventuale strato di ossidazione esterno, di arrotondamento del bordo esterno dell'estremità liscia da montare, di controllo della circolarità della sezione tagliata e di rettifica della eventuale ovalizzazione, con le modalità seguenti.

a) Spazzolatura

Sarà eliminato l'eventuale strato di ossido (ruggine) interposto fra la parete metallica e la vernice esterna.

Può essere impiegata allo scopo una normale spazzola metallica manuale o una spazzola circolare rotativa azionata elettricamente o ad aria compressa.

La spazzolatura non deve assolutamente essere spinta in profondità ma deve interessare soltanto la sottile pellicola esterna di ossidazione senza intaccare la massa metallica della parete. La zona da spazzolare deve avere una larghezza pari alla profondità del bicchiere corrispondente.

Verrà poi, ripristinato, con vernice a base di catrame o bitume, lo strato di rivestimento esterno.

b) Arrotondamento

Solo nel caso di spezzoni da montare in bicchieri di tubi con giunto RAPIDO è necessario procedere all'arrotondamento del bordo esterno dell'estremità tagliata. Ciò in quanto l'introduzione forzata dell'estremità a spigolo vivo sarebbe più difficile e potrebbe comportare il danneggiamento della guarnizione di gomma. Per tutti gli altri tipi di giunto l'operazione può essere limitata alla semplice eliminazione di

eventuali "bave" di taglio.

L'arrotondamento può essere fatto con una normale lima manuale adatta al materiale o, più rapidamente, con una mola rotativa.

c) Controllo della circolarità e rettifica della ovalizzazione

Servendosi di un compasso o di un comune metro millimetrato, verificare le dimensioni di alcuni diametri esterni della sezione risultante dal taglio, individuando e annotando, se vi sono differenze, il diametro esterno massimo e quello minimo. La differenza millimetrica fra i due diametri costituisce il "grado di ovalizzazione".

Qui di seguito vengono indicati i gradi massimi di ovalizzazione (cioè le differenze tra diametri massimo e minimo) oltre i quali verrà effettuata la RETTIFICA in cantiere della sezione ovalizzata, secondo le istruzioni della Ditta fornitrice dei tubi.

3 mm per il DN 300	4,5 mm per il DN 600
3,5 mm per il DN 350	5 mm per il DN 700
3,5 mm per il DN 400	6 mm per il DN 800
4 mm per il DN 450	7 mm per il DN 900
4 mm per il DN 500	8 mm per il DN 1000

6.2.3 Giunzione dei tubi di ghisa sferoidale

La deviazione angolare consentita, sia per i tubi con giunto automatico che meccanico, è di 5° per i tubi sino DN 150, 4° per DN 200 ÷ 300, 3° per DN 350 ÷ 500, 2° per DN 600 ÷ 700.

Con giunto automatico (RAPIDO)

Lubrificazione della sede della guarnizione

Pulito l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma, si lubrifica, con l'apposita pasta fornita a corredo dei tubi, la parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione, nella quantità strettamente necessaria a formare un leggero velo lubrificante come da tabella seguente.

Quantità indicativa di pasta lubrificante necessaria per ogni punto													
DN (mm)	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
gr	8	10	13	16	19	26	29	33	39	43	45	48	52

In sostituzione della apposita pasta si può usare solo vasellina industriale, con esclusione di altri lubrificanti quali grassi e oli minerali, vernici, ecc.

Inserimento e lubrificazione della guarnizione

Si introduce la guarnizione nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere, con le "labbra" rivolte verso l'interno del tubo, curando in modo particolare che l'intradosso sia perfettamente circolare e non presenti rigonfiamenti o fuoriuscite.

Si lubrifica, con le stesse modalità del paragrafo precedente, la superficie interna conica della guarnizione.

Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo

Servendosi di un apposito calibro, si traccia sull'estradosso della canna del tubo una linea di fede ad una distanza dall'estremità liscia del tubo pari alla profondità d'imbocco del bicchiere corrispondente, diminuita di 5 ÷ 10 mm.

Si lubrifica con la pasta l'estremità liscia del tubo limitatamente al tratto da imboccare.

Centramento e controllo della coassialità

Si imbocca l'estremità liscia del tubo e si controlla il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare fra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna, fino a toccare la guarnizione.

Si verifica la coassialità dei tubi contigui, correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo; saranno ammesse deviazioni sino ad un massimo di 5° per consentire la formazione di curve a grande raggio.

Disposizione dell'attrezzo di trazione e degli accessori

Per tubi da DN 60 a DN 125 può essere impiegata una leva semplice.

Per tubi da DN 150 a DN 600 viene normalmente impiegato un apparecchio da trazione tipo "TIRFORT" con relativi accessori o, in alternativa, macchine operatrici tipo escavatori, motopale, ecc.; in quest'ultimo caso, la successiva operazione di inserimento sarà effettuata con la cura e gradualità necessarie a mantenere la distanza al fondo del bicchiere, come precisato al paragrafo "Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo".

Messa in tiro e controllo penetrazione

Agendo sulla leva dell'apparecchio, si introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede di cui al punto "Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo" con il piano frontale del bicchiere.

All'atto della messa in tiro è normale che il tubo presenti una certa resistenza iniziale alla penetrazione; questa limitata resistenza coincide con la prima penetrazione in corrispondenza della guarnizione ed è, in genere, crescente col diametro dei tubi. Se si dovessero verificare resistenze eccessive, esse devono considerarsi anomale e dipendenti da un difettoso assetto della guarnizione nella sua sede o da una smussatura non appropriata dell'estremità liscia del tubo; in questo caso è necessario non insistere nella manovra; occorre invece estrarre il tubo e controllare l'assetto della guarnizione o migliorare, mediante mola o lima, la geometria della smussatura.

Con giunto meccanico (EXPRESS)

Pulito l'interno del bicchiere e l'estremità liscia con una spazzola d'acciaio ed un pennello, per eliminare, oltre che ogni traccia di terra o altro materiale estraneo, eventuali grumi di vernice, si procede come appresso.

Sistemazione della controflangia e della guarnizione - Nicchie

Si inserisce la controflangia sull'estremità liscia del tubo rivolgendo al bicchiere corrispondente la parte concava della controflangia stessa.

Si inserisce la guarnizione sull'estremità liscia del tubo tenendo lo smusso in direzione opposta rispetto alla controflangia.

Si scava al di sotto del giunto una nicchia sufficientemente ampia da consentire l'avvitamento dei bulloni nella parte inferiore del giunto.

Introduzione del tubo, controllo coassialità e centramento - Controllo del grado di penetrazione

Si imbocca l'estremità liscia del tubo e si verifica la coassialità e il centramento dei tubi contigui correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo.

Si verifica che la linea di fede tracciata sulla canna coincida con il piano frontale del bicchiere; poiché, a giunzione effettuata, il segno di riferimento verrà a trovarsi coperto dalla controflangia, occorre che nel corso delle successive operazioni il tubo non subisca spostamenti longitudinali.

Introduzione della guarnizione e sistemazione della controflangia

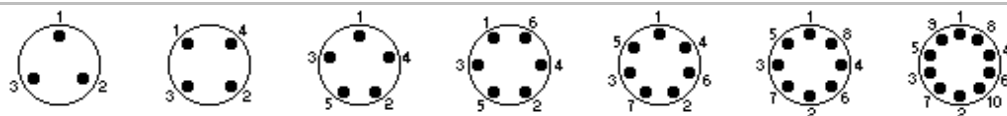
Si fa scorrere la guarnizione sulla canna, sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere (se l'estremità liscia del tubo è ben centrata e i due tubi sono coassiali, questa operazione è molto facile da realizzare) e curando che la superficie frontale della guarnizione risulti ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfiamenti né fuoriuscite.

Si fa scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

Sistemazione e serraggio bulloni

Si sistemano i bulloni ed avvitano i dadi a mano sino a portarli a contatto della controflangia e si verifica il corretto posizionamento di questa imprimendo due o tre piccoli spostamenti rotatori nei due sensi.

Si serrano progressivamente i dadi per passate successive e su punti diametralmente opposti, seguendo la progressione numerica dello schema seguente.



Per le chiavi da usare: anche per il controllo delle coppie di serraggio, si seguiranno le istruzioni della ditta fornitrice delle tubazioni.

6.2.4 Prova idraulica

Le condotte di ghisa saranno sottoposte nei singoli tronchi, sia nella prima che nella seconda prova, ad una pressione superiore di 5 bar alla pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato. Le due prove avranno la durata rispettivamente di otto e di quattro ore.

Art. 6.3

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI CEMENTO ARMATO (ACQUEDOTTI)

6.3.1 Movimentazione

In tutte le operazioni di carico, trasporto, scarico ed accatastamento dei tubi di cemento armato dotati di rivestimento bituminoso dovrà porsi ogni cura necessaria ad evitare danni al rivestimento stesso, impiegando a tal uopo mezzi d'opera e di trasporto appositamente scelti.

6.3.2 Revisione del rivestimento e posa in opera

Prima di procedere alla posa in opera di ogni singolo tubo in cemento armato, se ne controllerà accuratamente il rivestimento e si provvederà subito alle eventuali riparazioni, almeno per la parte del tubo che dopo la posa in opera non è più accessibile.

L'impiego corretto e normale delle tubazioni di cemento armato è caratterizzato dalle seguenti condizioni principali:

- posa in trincea scavata in terreni in posto;
- buona stabilità dei terreni attraversati dal tracciato;
- profondità di posa, misurata dalla generatrice superiore del tubo alla superficie del piano di campagna, compresa tra m 1,50 e m 2,50;
- appoggio continuo sotto i tubi, con letto di materiale sciolto e rinfilato ben costipato almeno fino al piano orizzontale passante per la generatrice superiore del tubo.

I tubi verranno normalmente posati in letto di materiale sciolto, da ottenersi con materiale di apporto o di frantumazione nel caso di posa in rocce lapidee. Il letto di posa dovrà essere accuratamente profilato in modo da fornire al tubo appoggio continuo. Nel caso di terreni sciolti, sede di falda freatica ovvero facilmente alterabili per azione di acque percolanti, verrà stabilizzato il letto di posa mediante sottofondo che assicuri assestamenti privi di discontinuità notevoli, quali platee di cemento armato ovvero massicciate drenate di pietrame.

Per l'attraversamento di zone cedevoli che si incontrassero nel tracciato può adottarsi l'appoggio su platea di cemento armato fondata su pali, al fine di ridurre detti cedimenti. In tali casi il letto di posa sarà realizzato con ghiaia o pietrisco.

Dovranno evitarsi l'appoggio o il bloccaggio di tubi su punti fissi ovvero aventi cedimenti sensibilmente diversi da quelli della tubazione.

Subito prima della posa, il personale specializzato addetto controllerà l'integrità dei giunti. Nel caso di giunti con guarnizione di gomma si effettuerà anche il controllo delle tolleranze a mezzo di apposite modine o calibri.

Si dovrà assicurare alla tubazione un appoggio caratterizzato da cedimenti modesti e soprattutto non discontinui. Dovrà evitarsi il bloccaggio rigido di tubi ai manufatti e dar modo ai giunti con guarnizioni deformabili di esplicare la loro azione.

In alcuni casi può essere necessaria l'adozione di una platea di calcestruzzo, che sarà preferibilmente armata e di modesto spessore, dato che la sua principale funzione è quella di ridurre ed equalizzare i cedimenti del letto di posa, specie dove esso è soggetto a danni da parte di acque sotterranee o esterne. Uguale funzione può assolvere un sottofondo di pietrame ben assestato che in presenza di acque, può essere drenato con apposita tubazione.

Su tali sottofondi va poi disposto un adatto letto di materiale sciolto.

6.3.3 Giunti e guarnizioni

Subito dopo la posa in opera della tubazione in cemento armato si eseguiranno i giunti, che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- assicurare la perfetta tenuta dell'acqua;
- consentire piccoli assestamenti ai tubi onde possano seguire il comportamento del terreno di posa;
- essere costituiti da materiali che diano piena garanzia di durata.

Il giunto consigliato per i tubi di cemento armato è quello ad imboccatura con guarnizione ad anello di gomma, quest'ultimo protetto dall'ambiente esterno con sigillo plastico non avente funzione di tenuta.

Il disegno del giunto, le sue dimensioni e relative tolleranze nonché dimensioni e caratteristiche della guarnizione o calafataggio sono fissate dalla ditta costruttrice; a questa l'Appaltatore richiederà una casistica di applicazioni e certificati di prove eseguite in laboratori ufficiali, a verifica dei requisiti suddetti a), b), c) per il tipo di giunto e relative tolleranze.

Le guarnizioni o materiale di calafataggio dei giunti saranno privi di elementi metallici (come rame, manganese, antimonio, mercurio, piombo) o altre sostanze che possano alterare le qualità organolettiche dell'acqua.

Le guarnizioni di gomma naturale risponderanno alle norme [UNI EN 681-1](#) e saranno controllate con le norme ivi precisate. Per le guarnizioni di gomma sintetica o mista, la composizione dovrà essere precisata dalla ditta costruttrice; esse risponderanno agli stessi requisiti fisico-meccanici ed alle stesse prove di cui alla norme [UNI EN 681-1](#).

6.3.4 Prova idraulica

La prova della condotta di cemento armato verrà eseguita dopo avere tenuto la condotta piena d'acqua per almeno dieci giorni, su tronchi lunghi circa 500 m; al riguardo si dovrà procedere con gradualità ed al più presto possibile al riempimento della condotta durante la sua stessa costruzione; e per evitare interruzioni e ritardi nelle operazioni di posa e di riempimento della tubazione, che sono da eseguirsi con continuità, verranno interposte apposite scatole di prova destinate a ricevere diaframmi di separazione delle tratte in prova e conformate in modo da consentire idoneo ancoraggio contro la spinta idrostatica.

Ove non concorrano circostanze particolari, quali ad esempio l'impiego di giunti a calafataggio ovvero di giunti che non hanno avuto precedenti vaste applicazioni, la prova in opera verrà di norma eseguita a rinterro completamente ultimato. Nei casi particolari di cui sopra invece detta prova verrà eseguita a "giunti scoperti", cioè dopo aver effettuato un rinterro parziale della tratta in prova, che lasci i giunti in vista.

La prova verrà eseguita mantenendo il punto più depresso della tratta alla pressione di seguito precisata per 12 ore, che potranno suddividersi - e saranno suddivisi, nei casi particolari sopra cennati - al più in due turni, tra i quali la condotta verrà lasciata a pressione ridotta. La prova sarà ritenuta di esito positivo se non si sarà verificata alcuna perdita concentrata e complessivamente non si sia registrata una perdita di acqua superiore al limite riportato nella tabella seguente.

Pressione di prova	Durata complessiva	Perdita totale
PN + 1,0 atm	12 ore	1 litro ogni 5 m ² di superficie interna del tubo ammissa nelle 12 ore

Ai limiti suddetti si applicano le seguenti tolleranze:

DN fino a 50 compreso 10%
DN oltre 50 5%

In caso di esito negativo per eccessivo assorbimento diffuso, è ammessa la ripetizione della prova dopo un prolungato riempimento con acqua eventualmente addizionata di impermeabilizzanti sicuramente stabili ed innocui, approvati dalla Direzione dei Lavori.

Durante la prova idraulica della condotta si dovrà ispezionare accuratamente il rivestimento provvedendo ad inciderlo nei punti dove tendessero a formarsi sacche di acqua a causa di eventuali trasudi del tubo, allo scopo di dare sfogo agli stessi.

Terminata la prova idraulica si procederà alla ripresa del rivestimento in corrispondenza dei giunti della tubazione, curando particolarmente tutte le riparazioni dei danni occasionali e delle incisioni di cui sopra.

Gli interventi indicati saranno tutti eseguiti a caldo con preparazione e materiali identici a quelli impiegati

nella formazione del rivestimento.

6.3.5 Rinterro

Subito dopo la posa della tubazione in cemento armato ed il completamento dei giunti che comportino un sigillo protettivo, si eseguirà di norma il primo rinterro esteso sino a coprire la generatrice superiore del tubo, con materiale sciolto, pistonato accuratamente.

Seguirà il rinterro definitivo nel più breve tempo possibile dopo lo scavo, eliminando tutti i tempi superflui o non indispensabili fra le due operazioni esterne di scavo e rinterro.

Il rinterro della fossa dovrà essere eseguito in modo da evitare il successivo formarsi di una depressione del piano di campagna - che è prontamente da eliminarsi ove mai avesse a verificarsi - con il conseguente disturbo della situazione preesistente in fatto di acque presenti o percolanti nel terreno.

Art. 6.4

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI PVC (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

6.4.1 Norme da osservare

Per la movimentazione e la posa dei tubi in PVC (cloruro di polivinile) saranno scrupolosamente osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

6.4.2 Movimentazione

Tutte le operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature (perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi).

Trasporto

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Carico e scarico

Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Accatastamento e deposito

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice).

I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25 °C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Raccordi e accessori

I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

6.4.3 Posa in opera e rinterro

Letto di posa

Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza.

Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente - quale sabbia o terra sciolta e vagliata - che non contenga pietruzze; il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco di pezzatura 10 - 15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Posa della tubazione

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alto del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

6.4.4 Pozzetti, giunzioni e prova delle condotte in PVC per acquedotto

Pozzetti

Nei pozzetti da costruire per il contenimento di apparecchiature idrauliche (scarichi, sfiati, ecc.) lungo la condotta in PVC per acquedotti, è indispensabile che i due tronchetti di acciaio calibrato a flangia - che vanno collocati per collegarsi da una parte con la tubazione in PVC (un tronchetto mediante giunto meccanico e

l'altro tronchetto mediante giunto scorrevole con guarnizione elastomerica) e dall'altra parte con la saracinesca o lo sfiato, ecc. mediante giunto a flangia - fuoriescano, per la parte flangiata, dalla muratura verso l'interno del pozzetto.

Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni di PVC per acquedotti saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto stabilito, con le seguenti modalità.

A) Giunti a bicchiere e a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

- a) Verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;
- b) provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre; se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- c) segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
 - si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
 - si ritira il tubo non meno di 10 mm;
 - si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;
- d) inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;
- e) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, ecc.);
- f) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

B) Giunti a bicchiere e a manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio

- a) Verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI;
- b) verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;
- c) pulire accuratamente le superfici di accoppiamento del tubo e del bicchiere con carta vetrata o solventi adeguati (molti incollaggi difettosi sono imputabili alla cattiva esecuzione di questa operazione);
- d) introdurre il tubo nel bicchiere fino a battuta e fare un segno sulla superficie dello stesso in corrispondenza della bocca del bicchiere. Ciò consente di predeterminare la porzione di tubo che dovrà essere spalmata di collante;
- e) assicurarsi che il collante impiegato non sia un adesivo ma realizzi una saldatura chimica;
- f) spalmare il collante, con un pennello di dimensioni adeguate, in maniera uniforme sulla superficie interna del bicchiere e sulla superficie esterna del tubo in corrispondenza della zona precedentemente marcata, avendo cura di accertarsi che non resti un'eccessiva quantità di collante nell'interno del bicchiere;
- g) introdurre immediatamente il tubo nel bicchiere fino a battuta. Dopo questa operazione è opportuno non sottoporre a tensioni il collegamento effettuato. Prima di mettere l'impianto in esercizio è consigliabile attenersi alle istruzioni del fabbricante relativamente al tempo di consolidamento del collante.

C) Giunti a serraggio meccanico tipo <<Gibault>>

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime possibili variazioni lineari dei due tronchi da congiungere più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm in relazione al diametro dei tronchi stessi.

Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurarsi che esse siano integre, infilare le due estremità nel giunto meccanico assicurandosi che ciascuna di esse sia introdotta per una lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto senza però che vengano a contatto fra di loro; infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

D) Giunti con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio

- a) Tagliare il tubo nella lunghezza richiesta. Per il montaggio dei raccordi di misure medie e grandi, la parte terminale del tubo dovrà essere smussata accuratamente;
- b) separare le parti del raccordo e montarle sul tubo: prima la ghiera, seguita dall'anello di serraggio. Fare attenzione che l'anello di serraggio conico sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
- c) infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione toroidale elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo. Nel caso di misure medie e grandi è bene lubrificare con acqua saponata o vasellina la parte terminale del tubo e la guarnizione toroidale elastomerica;
- d) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo. Per fare scivolare meglio l'anello di

-
- serraggio, dilatarlo con un cacciavite;
- e) avvitare strettamente la ghiera al corpo del raccordo. Per il serraggio finale, nelle misure medie e grandi, dovrà essere usata una chiave a nastro.

E) Giunti a flangia libera con collare di appoggio o fissa

Anche per questo tipo di giunto si tenga conto di quanto indicato al punto C):

- a) infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- b) unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto al punto B);
- c) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- d) bullonare effettuando il serraggio a croce.

Collegamento dei tubi in PVC per acquedotto con tubi di altro materiale

In genere, il collegamento fra tubazioni per acquedotto di diverso materiale avviene a mezzo flange opportunamente predisposte, oppure a mezzo di raccordi di PVC o PVC e metallo con una derivazione filettata e l'altra per incollaggio.

Nel giunto di PVC confezionato con bicchiere con guarnizione elastomerica non può essere inserito un normale tubo di acciaio perché di diverse dimensioni. Ne consegue che per la costruzione di tronchetti adatti bisogna utilizzare tubi calibrati di acciaio senza saldatura (tubi di precisione) di cui alla norma [UNI EN 10220](#), oppure calibrare opportunamente al tornio tubi di acciaio senza saldatura di cui alla norma [UNI EN 10220](#), scegliendo in ogni caso i diametri adatti.

Al tronchetto verrà poi saldata una flangia ([UNI EN 1092-1](#)) avente dimensioni opportune, oppure una flangia cieca ([UNI EN 1092-1](#)).

Sarà così possibile "confezionare" un tronchetto di partenza adatto all'unione con saracinesche, idranti, sfiati, T, croci, ecc. a mezzo di flangia e connettere il tutto ai tubi di PVC inserendo il tronchetto nel giunto con guarnizione elastomerica.

Prova idraulica della condotta in PVC per acquedotto

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico, e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi di PVC per acquedotto sarà effettuata su tratte di lunghezza fino a 1000 metri.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili. Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione. Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro. Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20°C. Questa verrà mantenuta per circa 2 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova idraulica. Questa ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio a 20 °C e dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e dovrà rimanere costante per una durata di 2 ore.

Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale rinterro del tronco in esame.

6.4.5 Pozzetti, giunzioni, prova e collaudo delle condotte in PVC per fognatura

1) Pozzetti

Per i pozzetti di una rete fognaria con tubazione in PVC (che devono essere stagni) le installazioni più frequenti sono le seguenti.

- Pozzetto di linee per ispezione e lavaggio con derivazione a 45°, la cui entrata deve essere chiusa con tappo a vite o con un normale tappo per tubi bloccato con una staffa.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda. Se l'acqua di falda ha un livello superiore, verrà inserito un elemento di tubo di lunghezza adeguata, previo posizionamento di un anello elastomerico in modo di garantire la tenuta da e verso l'esterno.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio, in aumento, di diametro. L'aumento può essere ruotato di 180° in modo da determinare un piccolo salto. In presenza di acqua di falda vale quanto si è già detto precedentemente.

-
- Pozzetto di salto senza o con continuità di materiale.
 - Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico.

2) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità:

A) Giunti di tipo rigido (giunto semplice o a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio).

- a) Eliminare le bave nella zona di giunzione;
- b) eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
- c) rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media;
- d) completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
- e) mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
- f) applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
- g) spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;
- h) asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;
- i) attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
- l) effettuare le prove idrauliche solo quando siano trascorse almeno 24 ore.

B) Giunti di tipo elastico (giunto semplice od a manicotto del tipo elastico con guarnizione elastomerica).

- a) Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
- b) segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
- c) inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
- d) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
- e) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;
- f) le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

Per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

3) Collegamento dei tubi in PVC per fognatura con tubi di altro materiale

Per il collegamento con tubo di ghisa, a seconda che questo termini con un bicchiere o senza il bicchiere, si usano opportune guarnizioni doppie (tipo Mengerling) oppure si applica una guarnizione doppia e un raccordo di riduzione.

Per il collegamento con tubi di gres o di altro materiale si usa un raccordo speciale; lo spazio libero tra bicchiere e pezzo conico speciale viene riempito con mastice a base di resine poliestere o con altri materiali a freddo.

Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

4) Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura

La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

La tubazione dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria.

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova

per sezioni onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

5) Verifiche, in sede di collaudo, della condotta in PVC per fognatura

In sede di collaudo dell'opera appaltata, sarà verificata la perfetta tenuta idraulica della tubazione e la deformazione diametrale; questa deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073.

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere).

Dalla verifica possono essere escluse, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali.

Possono essere ammessi valori di deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, superiori a quelli massimi sopra stabiliti, ma non oltre 1,25 volte, se si accerta che tale deformazione è dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale), per cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata.

Art. 6.5

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PEAD (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

6.5.1 Norme da osservare

Per la movimentazione, la posa e la prova delle tubazioni in PEAD (polietilene ad alta densità) saranno osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

6.5.2 Movimentazione

1) Trasporto

Nel trasporto dei tubi in PEAD i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

2) Carico e scarico

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

3) Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro.

Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza può essere superiore ai 2 m.

Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari.

Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 m), le loro estremità saranno armate internamente onde

evitare eccessive ovalizzazioni.

4) Raccordi ed accessori

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

6.5.3 Posa in opera e rinterro

1) Profondità di posa

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEAD dovrà essere almeno 1,00 m ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

2) Letto di posa

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

3) Posa della tubazione

L'assemblaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

4) Rinterro

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno

costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il riscoprimento è stato portato a $5 \div 6$ m dal pezzo stesso da collegare.

6.5.4 Giunzioni e collegamenti

1) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PEAD saranno eseguite, a seconda del tipo stabilito, con le seguenti modalità.

1.1. Giunzione per saldatura

Essa deve essere sempre eseguita:

- da personale qualificato;
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi ecc. siano ridotti al minimo;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

1.2. Saldatura per polifusione nel bicchiere

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (norme [UNI EN 12201-1](#) e [UNI EN 12201-3](#)).

In tale tipo di giunzioni la superficie interna del bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, vengono portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante che dovrà essere rivestito sulle superfici interessate con PTFE (politetrafluoroetilene) o similari.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione, evitando ogni spostamento assiale e rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale. La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di 250 ± 10 °C.

1.3. Saldatura testa a testa

È usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o con gas con regolazione automatica della temperatura.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

1.3.1. Preparazione delle testate da saldare

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

1.3.2. Esecuzione della saldatura

I due pezzi da saldare vengono quindi messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento viene inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento viene estratto e le due testate vengono spinte l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata fino a che il materiale non ritorna allo stato solido.

La saldatura non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Per una perfetta saldatura il PEAD richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 200 ± 10 °C;

- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare, tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0,5 kgf/cmq).

1.4 Giunzioni elettrosaldabili

Tali giunzioni si eseguono riscaldando elettricamente il bicchiere in PEAD nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; sono consigliabili quando si devono assiemare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni).

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione e sarà impiegata secondo le istruzioni del fornitore.

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto devono essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale.

A saldatura ultimata, la stessa non sarà forzata in alcun modo se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50 °C.

1.5. Giunzione mediante serraggio meccanico

Può essere realizzata mediante i seguenti sistemi.

- Giunti metallici. Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti Gibault) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio venga effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

- Raccordi di materia plastica. Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

1.6. Giunzione per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in PEAD.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, con l'inserimento di idonee guarnizioni in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

2) Collegamenti fra tubi in PEAD e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in PEAD in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (gres, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico (punto 1.5) o mezzo flange con collari predisposti su tubo (punto 1.6).

In questi casi è preferibile, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento tramite pozzetto di ispezione.

6.5.5 Ancoraggi e prova delle condotte in PEAD per acquedotto

Eseguiti i necessari ancoraggi secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, si procederà alla prova idraulica della condotta.

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi in PEAD sarà effettuata a tratte di lunghezza opportuna.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo

gradualmente di un kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

Prova a 1 ora (preliminare-indicativa)

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20 °C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula: 0,125 l per ogni km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno.

Prova a 12 ore

Effettuata la prova a 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo.

Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore. Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

6.5.6 Pozzetti e prova idraulica delle condotte in PEAD per fognatura

I pozzetti di ispezione possono essere prefabbricati o realizzati in cantiere. In ogni caso si otterranno tagliando a misura un tubo di diametro opportuno e saldandolo su una piastra di PEAD. Le tubazioni (tronchetti) di adduzione verranno saldate al pozzetto.

Infine l'unione delle tubazioni ai vari tronchetti si otterrà mediante saldatura di testa o, se predisposta, mediante flangiatura. Ultimato il collegamento delle tubazioni al pozzetto, lo stesso sarà rivestito da una struttura cementizia. La base d'appoggio in calcestruzzo sarà calcolata opportunamente in funzione della natura del terreno.

Si otterrà così il pozzetto finito in cui il cemento rappresenterà la struttura portante, mentre il tubo di PEAD rappresenterà il rivestimento interno. I tubi della condotta (tronchetti di adduzione) verranno bloccati nel cemento con anelli o collari di ancoraggio opportunamente predisposti. Tali anelli saranno ricavati da piastre di spessore $s = 20$ mm e saranno saldati d'angolo a gas caldo con sostegni di rinforzo a sezione triangolare, posti alternativamente d'ambo i lati del collare.

La prova della condotta dovrà accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; sarà effettuata sottoponendo a pressione idraulica la condotta stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare - di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza - attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle.

Art. 6.6

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI GRES (FOGNATURE)

Scarico e sfilamento

Qualora il carico sia stato fatto con pallets, come avviene di norma, questi devono essere sollevati con adeguati mezzi e appoggiati su un terreno pianeggiante.

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto nello sfilamento lungo gli scavi, si devono evitare il trascinamento dei tubi nel terreno che potrebbe provocare danni irreparabili (rigature o abrasioni al poliuretano) al sistema di giunzioni ed urti che potrebbero causare la rottura dei tubi, essendo il gres comunque fragile.

Posa e giunzione - Prova e rinterro

1) Il letto di posa è costituito normalmente da materiale incoerente e costipabile, come sabbia, ghiaietto o misto con elementi del diametro massimo di 20 mm., per uno spessore di circa $10 + DN/10$ cm.

Questo sottofondo deve avere, alle opportune distanze, nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni e deve essere livellato in modo che il tubo appoggi per tutta la sua lunghezza.

2) I tubi dovranno essere calati nel cavo curando che l'apposito segno di riferimento apposto dalla ditta costruttrice all'esterno di ogni bicchiere sia rivolto verso l'alto.

3) Lubrificata la femmina della giunzione (l'interno del bicchiere di uno dei due tubi da collegare) e la punta (l'esterno del cordone dell'altro tubo) dopo avere tolto la protezione con un qualsiasi lubrificante,

senza usare olii minerali, verrà inserito all'interno del bicchiere il tassello distanziatore ed infilata e spinta, fino a battuta, la punta nel bicchiere.

4) Si procederà al rinterro parziale completando anche il letto di posa, con il materiale già usato, in corrispondenza alle nicchie precedentemente lasciate per l'allontanamento dei bicchieri e per l'esecuzione dei giunti, lasciando però questi scoperti.

Lo strato immediatamente sopra al tubo ed il rinfiango devono essere formati con materie prive di elementi aventi diametro maggiore di 20 mm ed eseguiti a mano.

5) Per la prova idraulica della condotta si userà un'attrezzatura costituita da tappi ad espansione o cuscinetti di tenuta per la chiusura del tronco di condotta, e da un tubo piezometrico per la verifica del grado di riempimento e della pressione idraulica.

Per le modalità di esecuzione della prova si seguiranno le prescrizioni della ditta costruttrice (che fornirà l'attrezzatura di cui sopra), salvo le variazioni che ad esse disponesse la Direzione dei Lavori.

Il tronco di condotta in prova verrà considerato stagno se le perdite - controllate mediante un apposito secchio graduato, dopo circa un'ora dalla messa a regime con il riempimento della condotta effettuando due letture del livello dell'acqua nel secchio a distanza di 15' - non superano, nei 15', lo 0,11 per m² di superficie bagnata.

Si eseguirà infine il completo rinterro del tronco provato.

Art. 6.7

GARANZIE E DOCUMENTAZIONE

Garanzia degli impianti

Gli impianti ed i macchinari dovranno essere garantiti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento. Pertanto, fino al termine del periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per l'effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza di chi ne fa uso.

Prove dell'impianto

Tutte le prove che la Direzione Lavori ordini a suo tempo, sia per verificare la qualità dei materiali impiegati sia per verificare la funzionalità, l'efficienza e la resa dell'impianto o di una sua parte, sono a carico dell'Appaltatore compresi l'adatta manodopera, gli apparecchi e gli strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quanto altro occorrente per eseguire le prove e le verifiche dell'impianto.

Documentazione

Prima dell'emissione dello Stato Finale dei lavori, al fine di avere una esatta documentazione degli impianti installati, dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori i manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate e la certificazione di collaudo.

INDICE

ACQUEDOTTI E FOGNATURE

1) Norme per la misurazione e valutazione dei lavori	pag.	<u>2</u>
" 1) Norme generali	pag.	<u>2</u>
" a) Scavi in genere	pag.	<u>2</u>
" b) Rilevati e rinterri	pag.	<u>3</u>
" c) Riempimenti con misto granulare	pag.	<u>3</u>
" d) Paratie di calcestruzzo armato	pag.	<u>3</u>
" e) Murature in genere	pag.	<u>3</u>
" f) Murature ed opere in pietra da taglio	pag.	<u>4</u>
" g) Calcestruzzi	pag.	<u>4</u>
" h) Conglomerato cementizio armato	pag.	<u>4</u>
" i) Solai	pag.	<u>5</u>
" j) Pavimenti	pag.	<u>5</u>
" k) Rivestimenti di pareti	pag.	<u>5</u>
" l) Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali od artificiali	pag.	<u>5</u>
" m) Intonaci	pag.	<u>6</u>
" n) Tinteggiature, coloriture e verniciature	pag.	<u>6</u>
" o) Tubazioni ed apparecchiature idrauliche	pag.	<u>6</u>
" p) Lavori di metallo	pag.	<u>6</u>
" q) Lavori in economia	pag.	<u>7</u>
" 2) Materiali a piè d'opera	pag.	<u>7</u>
2) Qualità dei Materiali e dei Componenti	pag.	<u>8</u>
" 1) Norme Generali - Qualità, Impiego e Accettazione dei Materiali	pag.	<u>8</u>
" 2) Acqua, Calci, Cementi ed Agglomerati cementizi	pag.	<u>8</u>
" 3) Materiali inerti per Conglomerati cementizi e per Malte	pag.	<u>9</u>
" 4) Armature per Calcestruzzo	pag.	<u>10</u>
" 5) Prodotti di Pietre Naturali o Ricostruite	pag.	<u>10</u>
" 6) Prodotti per Impermeabilizzazione e per Coperture Piane	pag.	<u>12</u>
" 7) Prodotti per Rivestimenti Interni ed Esterni	pag.	<u>14</u>
" 8) Materiali Metallici	pag.	<u>16</u>
3) Tubazioni	pag.	<u>17</u>
" 1) Tubazioni in Genere	pag.	<u>17</u>
" 2) Tubazione di Acciaio (Acquedotti)	pag.	<u>19</u>
" 3) Tubazioni in Ghisa (Acquedotti e Fognature)	pag.	<u>20</u>
" 4) Tubazioni in Cemento Armato senza Lamierino (Acquedotti)	pag.	<u>21</u>
" 5) Tubazioni in PVC Rigido non Plastificato (Acquedotti e Fognature)	pag.	<u>22</u>
" 6) Tubazioni in PEAD (Acquedotti e Fognature)	pag.	<u>23</u>
" 7) Tubazioni in Gres Ceramico (Fognature)	pag.	<u>24</u>
" 8) Tubazioni in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro (prfv)	pag.	<u>25</u>
" a) Normativa di riferimento	pag.	<u>26</u>
" b) Prove di controllo ed accettazione e certificati	pag.	<u>26</u>
4) Movimenti di Materie - Opere Murarie e Varie	pag.	<u>29</u>
" 1) Collocamento in Opera - Norme Generali	pag.	<u>29</u>
" 2) Collocamento in Opera di Materiali Forniti dalla Stazione Appaltante	pag.	<u>29</u>
" 3) Scavi in Genere	pag.	<u>29</u>
" a) Gestione dei cantieri di piccole dimensioni	pag.	<u>30</u>
" 4) Scavi di Sbancamento	pag.	<u>30</u>
" 5) Scavi di Fondazione e Subacquei e Prosciugamenti	pag.	<u>31</u>
" 6) Rilevati e Rinterri	pag.	<u>32</u>

" 7) Paratie o Casseri	pag.	32
" 8) Malte e Conglomerati	pag.	33
" 9) Demolizioni e Rimozioni	pag.	34
" 10) Calcestruzzi e Cemento Armato	pag.	35
" 11) Murature e Riempimenti in Pietrame a Secco - Gabbionate	pag.	35
" 12) Murature di Pietrame con Malta	pag.	36
" 13) Paramenti per le Murature in Pietrame	pag.	37
" 14) Murature di Mattoni	pag.	38
" 15) Opere in Ferro	pag.	38
" 16) Opere da Stagnoia	pag.	39
" 17) Opere da Pittore	pag.	39
5) Costruzione delle Condotte in Genere	pag.	42
" 1) Movimentazione e Posa delle Tubazioni	pag.	42
" a) Generalita'	pag.	42
" b) Movimentazione delle Tubazioni	pag.	42
" c) Scavo per la Tubazione	pag.	43
" d) Posa della Tubazione	pag.	43
" 2) Attraversamenti e Parallelismi	pag.	51
" 3) Prova Idraulica della Condotta	pag.	54
" 4) Rinterro	pag.	56
" 5) Pozzetti per apparecchiature	pag.	57
6) Costruzione dei vari tipi di condotta	pag.	58
" 1) Costruzione delle Condotte di Acciaio (Acquedotti)	pag.	58
" 2) Costruzione delle Condotte di Ghisa (Acquedotti)	pag.	59
" a) Movimentazione	pag.	60
" b) Taglio dei Tubi	pag.	61
" c) Giunzione dei Tubi in Ghisa Sferoidale	pag.	62
" d) Prova Idraulica	pag.	64
" 3) Costruzione delle Condotte di Cemento Armato (Acquedotti)	pag.	64
" a) Movimentazione	pag.	64
" b) Revisione del Rivestimento e Posa in Opera	pag.	64
" c) Giunti e Guarnizioni	pag.	65
" d) Prova Idraulica	pag.	65
" e) Rinterro	pag.	66
" 4) Costruzione delle Condotte di PVC (Acquedotti e Fognature)	pag.	66
" a) Norme da Osservare	pag.	66
" b) Movimentazione	pag.	66
" c) Posa in Opera e Rinterro	pag.	67
" d) Pozzetti Giunzioni e Prova delle Condotte in PVC per Acquedotto	pag.	67
" e) Pozzetti Giunzioni Prova e Collaudo delle Condotte in PVC per Fognatura	pag.	69
" 5) Costruzione delle Condotte in PEAD (Acquedotti e Fognature)	pag.	71
" a) Norme da Osservare	pag.	71
" b) Movimentazione	pag.	71
" c) Posa in Opera e Rinterro	pag.	72
" d) Giunzioni e Collegamenti	pag.	73
" e) Ancoraggi e Prova delle Condotte in PEAD per Acquedotto	pag.	74
" f) Pozzetti e Prova Idraulica delle Condotte in PEAD per Fognatura	pag.	75
" 6) Costruzione delle Condotte di Gres (Fognature)	pag.	75
" 7) Garanzie e Documentazione	pag.	76