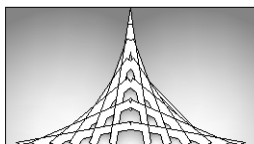


vai brennero 43
38122 TRENTO
Tel. 0461/983367
Fax. 0461/983875
info@bettievialli.eu
C.F. e Partita IVA:
01344510225



STUDIO DI INGEGNERIA
BETTI & VIALLI

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

COMUNE DI PIEVE TESINO

OGGETTO: PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
IDROELETTRICO SUL TORRENTE GRIGNO – TRATTO INTERMEDIO –
C/13749

E.R.T.1.7

CAPITOLATO TECNICO OPERE CIVILI



TRENTO, li Marzo 2026

IL PROGETTISTA
dott. ing. Vittorino Betti

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

NORME TECNICHE

INDICE

CAPO 1 – DATI GENERALI	5
Art. 1 Designazione, forma e principali dimensioni di quanto costituisce oggetto dell'appalto.....	5
Art. 2 Principali dimensioni e delle a condotta.....	5
CAPO 2 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	5
Art. 3 Qualità e provenienza dei materiali	5
Art. 4 Acqua, sabbia, ghiaia e pietrisco	5
Art. 5 Pozzolane, pietre naturali e tufi.....	6
Art. 6 Laterizi.....	6
Art. 7 Calci aeree, gesso e leganti idraulici (calci idrauliche, agglomerati cementiti e cementi).....	7
Art. 8 Materiali ferrosi e metallici (ferro, acciaio trafilato o laminato, acciaio fuso in getti, ghisa, metalli vari)7	
Art. 9 Legnami	8
Art. 10 Asfalti e bitumi.....	8
Art. 11 Colori e vernici.....	8
CAPO 3 – TUBAZIONI.....	9
Art. 12 Tubazioni in genere.....	9
Art. 13 Tubazioni in PRFV	10
Art. 14 Tubazione di acciaio (acquedotti).....	12
Art. 15 Tubazioni di ghisa (acquedotti e fognature)	13
Art. 16 Tubazioni in pvc rigido non plastificato (acquedotti e fognature).....	14
Art. 17 Tubazioni in PEAD (acquedotti e fognature)	14
Art. 18 Tubazioni in gres ceramico (fognature)	15
CAPO 4 – MOVIMENTI DI MATERIE, OPERE MURARIE E VARIE	15
Art. 19 Generalità	15
Art. 20 Collocamento in opera di materiali forniti dall'amministrazione	15
Art. 21 Scavi in genere.....	16
Art. 22 Scavi di sbancamento.....	16
Art. 23 Scavi di fondazione e subacquei e prosciugamenti.....	16
Art. 24 Rilevati e rinterri	17
Art. 25 Paratie o casseri	18
Art. 26 Demolizioni e rimozioni.....	18
C) OPERE D'ARTE.....	18
Art. 27 Conglomerati cementizi, armati e semplici.....	18
Art. 28 Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi	19
Art. 29 Acciaio per c.a. e c.a.p.	20
Art. 30 Strutture prefabbricate	20
Art. 31 Casseforme, armature, centinature.....	20
Art. 32 Muratura a secco	21
Art. 33 Murature di pietrame e malta cementizia	21
Art. 34 Murature in pietra da taglio	22

Art. 35	Murature di mattoni.....	23
Art. 36	Murature di calcestruzzo con pietrame annegato.....	23
	(calcestruzzo ciclopico).....	23
Art. 37	Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo.....	23
Art. 38	Murature di getto o calcestruzzi.....	24
Art. 39	Strutture in acciaio	24
Art. 40	Gabbionate	26
Art. 41	Opere in ferro.....	26
Art. 42	Opere da vetraio	27
Art. 43	Opere da stagnaio	28
Art. 44	Opere da pittore.....	28
Art. 45	Pavimentazioni in conglomerati bituminoso (in uso nella Provincia Autonoma di Trento)	29
Art. 46	Lastricati – pavimenti in cubetti di porfido.....	30
Art. 47	Formazione dei piani di posa dei rilevati	31
Art. 48	Inerbimento delle scarpate.....	32
Art. 49	Formazione di rilevati per tomi di terre rinforzate con geotessili, geogriglie, geomembrane o con rinforzi metallici in strisce o barre (terre armate).....	32
Art. 50	Perforazioni	33
Art. 51	Tiranti di ancoraggio nei terreni	34
Art. 52	Altri lavori.....	40
CAPO 5 – COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE		41
Art. 53	Condotte in PRFV.....	41
Art. 54	Movimentazione e posa delle tubazioni.....	45
Art. 55	Attraversamenti e parallelismi	48
Art. 56	Prova idraulica della condotta.....	50
Art. 57	Rinterro	52
Art. 58	Costruzione delle condotte di acciaio (acquedotti).....	52
Art. 59	Costruzione delle condotte di ghisa (acquedotti).....	54
Art. 60	Costruzione delle condotte di PVC (acquedotti e fognature).....	57
Art. 61	Costruzione delle condotte in PEAD (acquedotti e fognature)	62
Art. 62	Costruzione delle condotte di gres (fognature).....	66
CAPO 6 – MISURE E CONTABILITA'		66
Art. 63	Generalita' - lavori in economia - materiali a pie' d'opera	66
Art. 64	Scavi	67
Art. 65	Disfacimenti di pavimentazioni stradali	68
Art. 66	Paratie e casseri in legname	68
Art. 67	Demolizioni di muratura	68
Art. 68	Rinterri e rilevati	69
Art. 69	Ritombamento condotta con calcestruzzo	69
Art. 70	Murature	69
Art. 71	Gabbionate e mantellate.....	70
Art. 72	Conglomerati e solai	70
Art. 73	Intonaci	71

Art. 74	Tinteggiature, coloriture e verniciature.....	71
Art. 75	Lavori in ferro.....	71
Art. 76	Tubazioni ed apparecchiature idrauliche.....	71

CAPO 1 – DATI GENERALI

Art. 1

Designazione, forma e principali dimensioni di quanto costituisce oggetto dell'appalto

I lavori compresi nell'appalto e indicati nei disegni uniti al contratto, salvo le eventuali variazioni consentite all'Amministrazione dal Capitolato Generale, consistono:

- Costruzione di una condotta forzata in vetroresina posa cavidotti , costruzione di blocchi d'ancoraggio camerette d'ispezione e manufatti in cemento armato;
- Realizzazione opera di opera di presa in cemento armato;
- Costruzione dell'edificio centrale

Art. 2

Principali dimensioni e delle a condotta

Condotta forzata in vetroresina:

- diametro 900 mm
- dello sviluppo di circa ml 2204
- larghezza base scavo 1,50 m
- profondità scavo : variabile da 2,00 a 5,00m

CAPO 2 – QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 3

Qualità e provenienza dei materiali

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti per ognuno dal Capitolato e le caratteristiche indicate nell'Elenco Descrittivo delle Voci relative alle varie categorie di lavoro.

Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e forniti, per quanto possa essere di competenza dell'Impresa, in tempo debito per assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

A ben precisare la natura delle provviste di materiali occorrenti all'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori potrà richiedere che l'Impresa presenti, per le principali provviste, un certo numero di campioni, da sottoporre alla scelta ed all'approvazione della Direzione stessa, la quale, dopo averli sottoposti alle prove prescritte, giudicherà sulla loro forma, qualità e lavorazione e determinerà in conseguenza il modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'Impresa per l'intera provvista.

La Direzione Lavori ha facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.

I campioni rifiutati dovranno immediatamente, ed a spesa esclusiva dell'Impresa, asportarsi dal cantiere e l'Impresa sarà tenuta a surrogarli senza che ciò possa darle pretesto alcuno a prolungo del tempo fissato per la ultimazione dei lavori.

Anche i materiali ammessi al Cantiere non si intendono perciò accettati e la facoltà di rifiutarli persisterà anche dopo la loro collocazione in opera qualora non risultassero corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato.

L'Appaltatore dovrà demolire e rifare a sue spese e rischio i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione o protesta.

In merito all'eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dal Capitolato, verrà deciso secondo la procedura stabilita dal Capitolato medesimo.

Allorché il Direttore dei Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, egli potrà ordinare le necessarie verifiche.

Le spese relative saranno a carico dell'Appaltatore quando siano constatati vizi di costruzione. Riconosciuto che non vi siano difetti di costruzione, l'Appaltatore avrà diritto al solo rimborso delle spese effettive sostenute per le verifiche, escluso qualsiasi altro indennizzo o compenso.

Art. 4

Acqua, sabbia, ghiaia e pietrisco

L'acqua per gli impasti dovrà essere limpida e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, e non aggressiva.

Gli inerti (sabbia, ghiaia, e pietrisco), naturali o di frantumazione, da impiegarsi per la formazione dei calcestruzzi dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato e, per il cemento armato, alla conservazione delle armature.

La sabbia dovrà essere preferibilmente di qualità silicea, proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione; dovrà avere forma angolosa, in elementi di misura variabile da 1 a 5 mm e precisamente in grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio con maglie circolari del diametro di 2 mm per murature in genere e di 1 mm per intonaci e murature di paramento od in pietra da taglio.

La ghiaia dovrà essere costituita da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco (o pietrischetto) dovrà provenire dalla spezzatura di rocce durissime preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avrà spigolo vivo, con esclusione delle rocce marnose.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonchè di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti semprechè siano provenienti da rocce di qualità idonea.

La ghiaia ed il pietrisco dovranno essere in elementi tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro: di 5 cm se si tratta di opere correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate e simili.

di 5 cm se si tratta di volti di getto;

da 1 a 3 cm se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di 1 cm di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato od a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati cementizi sarà comunque prescritta dal Direttore dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. Per i getti in cemento armato le dimensioni massime vanno commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Art. 5

Pozzolane, pietre naturali e tufi

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno essere a grana compatta e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui dovranno essere assoggettate ed avere un'efficace adesività alle malte; saranno escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta, uniforme e resistente; saranno escluse quelle pomiciose e facilmente friabili, nonchè i cappellacci.

Art. 6

Laterizi

I mattoni pieni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale), e di modello costante; essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; resistere all'azione delle basse temperature; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi; non essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno avere una adeguata resistenza alla compressione.

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; le tegole piane non dovranno avere difetto alcuno nel nasello.

Le tegole dovranno avere una adeguata resistenza alla compressione ed all'urto e risultare impermeabili sotto un carico di 50 mm d'acqua mantenuta per 24 ore.

Art. 7

Calci aeree, gesso e leganti idraulici (calci idrauliche, agglomerati cementiti e cementi)

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, nè vitrea, nè pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature, almeno 15 giorni prima.

La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere alla calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

L'estinzione della calce viva dovrà eseguirsi con i migliori sistemi conosciuti e secondo le prescrizioni del Direttore dei lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura nelle quali sarà mantenuta coperta con uno strato di arena.

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a cmq scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti ben riparati dall'umidità.

I leganti idraulici e cioè le calci idrauliche (naturali o artificiali), gli agglomeranti cementizi (a lenta o a rapida presa) ed i cementi (normali, ad alta resistenza e alluminosi) dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno o in sili e comunque in modo da restare perfettamente riparati dall'umidità.

Art. 8

Materiali ferrosi e metallici (ferro, acciaio trafilato o laminato, acciaio fuso in getti, ghisa, metalli vari)

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciatore, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatoria e simili; e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti.

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

L'acciaio trafilato o laminato nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, la prima varietà deve essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza che ne derivino screpolature od alterazioni, deve essere saldabile e non suscettibile di perdere la tempra, ed alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare, con aspetto sericeo.

L'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello, di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea e modellata, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. E' escluso l'impiego di ghise fosforee.

I metalli vari (piombo, zinco, stagno, rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni) dovranno essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

Le reti metalliche per gabbioni dovranno essere costituite da trafilato di ferro zincato a doppia torsione e nervature angolari convenientemente maggiorate del diametro prescelto. Le maglie dovranno essere uniformi, esenti da strappi e prive di fili rugginosi o comunque alterati da agenti idrometeorici.

I gabbioni dovranno presentare una perfetta struttura geometrica nei pezzi da impiegare e di volta in volta il Direttore dei lavori prescriverà le dimensioni e le forme particolari delle scatole da impiegarsi nelle singole opere.

Il filo da adottarsi nelle legature e nei tratti interni dovrà avere caratteristiche analoghe a quello delle maglie del gabbione, presentare flessibilità massima e potrà essere ammesso un diametro inferiore a quello costituente la rete purchè esso non risulti inferiore a mm 2.

Prima che l'Impresa metta in opera i gabbioni e per ogni partita di gabbioni ricevuti, si procederà al collaudo della zincatura dei gabbioni e del filo per le cuciture e per i tiranti: all'atto di tale collaudo l'Impresa dovrà esibire il certificato di collaudo e garanzia rilasciato dalla ditta che ha fabbricato i gabbioni, redatto a norma della Circ. Min. LL.PP. n. 2078 del 27 agosto 1962.

Tali norme valgono anche per la rete metallica dei materassi per rivestimento.

Art. 9 Legnami

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riscano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente diritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza nè il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'albumo o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza albumo nè smussi di sorta.

Art. 10 Asfalti e bitumi

L'asfalto sarà naturale e proverrà dalle miniere più reputate; sarà in pani, compatto, omogeneo, privo di catrame proveniente dalla distillazione del carbon fossile, ed il suo peso specifico varierà fra i limiti di 1104 a 1205 Kg.

Il bitume asfaltico proverrà dalla distillazione di rocce di asfalto naturale, sarà molle, assai scorrevole, di colore nero e scevro dell'odore proprio del catrame minerale proveniente dalla distillazione del carbon fossile e del catrame vegetale.

Art. 11 Colori e vernici

L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito nè essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente in 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1 % ed alla temperatura di 15°C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

L'acquaragia (essenza di trementina) dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15% sarà di 0,87.

La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.

Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, nè più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.

Il minio, sia di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (sesquiossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, nè oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc.).

Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.

Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli olii, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.

Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. E' escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Le vernici speciali eventualmente prescritte dal Direttore dei lavori dovranno essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.

CAPO 3 – TUBAZIONI

Art. 12 Tubazioni in genere

1. Generalità

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche devono corrispondere alle vigenti Norme tecniche. Le prescrizioni di tutto il presente art. si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli seguenti (tubazioni di acciaio, di ghisa, ecc.) tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

2. Fornitura diretta delle tubazioni da parte dell'Amministrazione

In caso di fornitura diretta delle tubazioni, l'Amministrazione effettuerà le ordinazioni tenendo conto del programma d'esecuzione dei lavori. L'Amministrazione 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 dell'Amministrazione avverrà, a criterio insindacabile dell'Amministrazione 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 dell'Amministrazione subito dopo il collaudo della fornitura, al quale potranno intervenire incaricati dell'Impresa.

A collaudo avvenuto e ad accettazione della fornitura, l'Impresa - 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 l'Amministrazione disporrà la spedizione direttamente nel modo che riterrà più opportuno, a spese dell'Impresa, preavvertendola.

All'atto della consegna, l'Impresa 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'Impresa 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 l'Amministrazione - 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'Impresa stessa.

I materiali consegnati che residueranno alla fine dei lavori dovranno essere riconsegnati all'Amministrazione - 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 dal Direttore dei lavori, stabilite.

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

3. Ordinazione

L'Impresa effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire il Direttore 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'Impresa invierà al Direttore dei lavori - che ne darà subito comunicazione all'Amministrazione - 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 dall'Amministrazione appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero - a cura e spese dell'Impresa - 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'Impresa, 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'Impresa e sia il Direttore dei lavori od altro rappresentante dell'Amministrazione 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'Impresa richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa - di cui un esemplare verrà consegnato al Direttore dei lavori - contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

4 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, nonché delle istruzioni emanate con la Circ. Min. LL.PP. 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 partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

L'Amministrazione 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 del Direttore dei Lavori.

5. Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua nè 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.

6. 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 le norme UNI 6087 a 6090, 2299, 2300.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI 6082, 2276 a 2278, 6083, 6084.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI 2279 a 2286, 6085, 6086.
- 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 flangie 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.

7. Apparecchiature idrauliche

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

Su richiesta del Direttore dei lavori l'Impresa dovrà esibire - prima della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice - i loro prototipi che il Direttore 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'Impresa.

L'accettazione delle apparecchiature da parte del Direttore dei lavori non esonera l'Impresa dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Art. 13 Tubazioni in PRFV

Il presente disciplinare fornisce specifiche tecniche di fabbricazione, collaudo e di posa in opera per condotte funzionanti in pressione o a gravità, realizzate con tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro PRFV, PRODOTTI PER CENTRIFUGAZIONE, in stabilimenti ubicati all'interno dell'UE, secondo la norma europea UNI EN 1796 (Sistemi di tubazioni in PRFV per trasporto di acqua, con o senza pressione).

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI TUBI

La parete delle tubazioni sarà formata da più strati che dovranno costituire un unico elemento strutturale. In particolare, il tubo sarà costituito da:

STRATO PROTETTIVO INTERNO (LINER)

Questo strato deve essere costituito da pura resina, senza presenza di fibre e/od inerti, ed avere uno spessore complessivo non inferiore a 1,3 mm. Deve essere privo di difetti come screpolature ed incrinature e non deve presentare cavità o bolle d'aria.

Il valore di rugosità ammesso è $\leq 0,01$ mm.

Il valore di abrasione risultante dal relativo test (test di Darmstadt), effettuato secondo le norme DIN 19565 a 100.000 cicli, deve essere $\leq 0,45$ mm, senza affioramento di fibre. A 500.000 cicli è ammesso un valore di abrasione superiore, ma sempre senza affioramento di fibre.

1.2 STRATO CENTRALE

Come rinforzi di fibra si possono utilizzare fili tagliati.

Questo strato potrà essere costituito, oltre che da fibre di vetro + resina, anche da elementi inerti e cariche minerali (sabbia, carbonati etc.).

1.3 STRATO PROTETTIVO ESTERNO

Questo strato dello spessore minimo di 1 mm, deve essere costituito da resina ed inerti, ed essere pertanto privo di fibre.

Lo strato protettivo esterno deve essere resistente ai raggi UV.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Le tubazioni saranno verificate secondo quanto previsto dalle norme EN 1796 citate in premessa.

2.1 DIMENSIONI

I tubi previsti per i lavori a cui si riferisce il presente disciplinare avranno le seguenti caratteristiche dimensionali (al lordo delle tolleranze):

Diametro Nominale DN 1200

Diametro Esterno De mm 1229

Lunghezza m 6, 3 e 2

Il diametro esterno della totalità dei tubi oggetto della fornitura deve essere costante e calibrato per tutta la lunghezza del tubo, onde consentire l'utilizzo in fase di posa di ogni spezzone di tubo tagliato, ma soprattutto per rendere possibili a posteriori eventuali interventi di manutenzione, consentendo il montaggio dei manicotti su qualsiasi tubo ed in qualsiasi punto della condotta.

RESISTENZA ALLA PRESSIONE

I tubi previsti per i lavori a cui si riferisce il presente disciplinare avranno, in relazione alle varie sezioni della condotta (si veda il tracciato allegato, sul quale dovrà essere riportata la classe di pressione di offerta), da PN 6 a PN 20 bar.

RESISTENZA MECCANICA TRASVERSALE - RIGIDITA'

I tubi previsti per i lavori di cui al presente disciplinare avranno RIGIDITÀ $RG \geq 10.000$ N/m².

GIUNTI

I tubi oggetto del presente disciplinare saranno collegati con giunti di tipo a manicotto. Sono pertanto esplicitamente esclusi giunti di tipo a bicchiere, o di altra tipologia.

GIUNTO A MANICOTTO

La giunzione si ottiene mediante un manicotto in P.R.F.V. nel quale la tenuta è assicurata da una guarnizione continua in gomma elastomerica (EPDM) di larghezza corrispondente a quella del manicotto stesso, con profilo a labbro quadruplo.

I giunti dovranno essere in grado di mantenere inalterate le doti di tenuta anche con disallineamento ed angolazione tra gli assi di tubi adiacenti. Tale caratteristica andrà certificata dai relativi test, effettuati secondo le norme EN 1796 e EN 1119, come specificato al successivo punto 5.4.

Angolazione massima come da tabella sottostante, che potrà essere aumentata secondo le indicazioni del produttore, tagliando diagonalmente l'estremità dei tubi:

DN	PN	Angolazione max.
1.200	fino a PN 6	3°
1.200	fino a PN 16	2,5°

Il giunto deve inoltre consentire un movimento relativo longitudinale da entrambi i lati pari ad almeno lo 0.3% della lunghezza totale del tubo.

MARCATURA

La marcatura dei tubi deve permettere la completa rintracciabilità, e comprendere:

- Diametro nominale: DN;
- Pressione nominale: PN;
- Rigidità trasversale: RG;
- Anno, mese e lotto di fabbricazione;
- Numero di serie progressivo;
- Marchio di fabbrica;
- Eventuale taglio inclinato dell'estremità del tubo ed assi laterali
- Numero progressivo di posa del tubo.

PROVE DI CONTROLLO E ACCETTAZIONE

Le prove, da effettuare a temperatura ambiente su provini costituiti, secondo i casi, da tubi della lunghezza originale o da spezzoni di tubo, si possono dividere nei seguenti tipi:

Esame visivo

Mirerà ad accertare che:

il "liner" interno abbia superficie liscia ed uniforme, sia esente da fibre di vetro, cricche, inclusioni di corpi estranei, bolle d'aria e crateri, e vi sia rispondenza con quanto previsto al punto 1.1.

lo strato protettivo esterno presenti una superficie regolare e liscia, senza fibre in superficie.

Prova di resistenza a pressione

Verrà eseguita secondo le norme EN 1796 e EN 1394; la resistenza a pressione rilevata dal test dovrà essere tale da garantire, in base alle curve di regressione specifiche fornite dal produttore, un fattore di sicurezza a 50 anni ≥ 2 , rapportato alla pressione nominale della condotta.

Prova di schiacciamento ai piatti paralleli

Verrà eseguita secondo norme EN 1796 e EN 1228.

Prova di tenuta dei giunti

Il produttore dovrà fornire i certificati (sottoscritti da un ente certificatore) di test effettuati, secondo la norma EN 1119, su giunti del medesimo tipo utilizzato nella fornitura, e per classi di pressione pari a PN 16 o superiori.

Art. 14

Tubazione di acciaio (acquedotti)

1. Tubi di acciaio senza saldatura e saldati, UNI 6363

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI 6363-84, con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm².

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

I tubi in acciaio saldato corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla Circ. Min. LL.PP. 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 prescrizioni dell'Appendice B alle suddette norme UNI 6363-84.

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'Impresa richiederà al fornitore il certificato di controllo secondo le norme UNI 5447-64, punto 4.

2. Tubi di acciaio filettabili ISO 65 e UNI 3824 o 4148

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 ISO 65-73 ed alle norme UNI 3824-74 o UNI 4148-74.

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 (ved. precedente art. 35.1), oppure saranno zincati secondo la norma UNI 5745.

All'atto dell'ordinazione l'Impresa richiederà al fornitore un attestato di conformità alle norme ISO 65 o UNI 3824 o UNI 4148.

3. 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. 15

Tubazioni di ghisa (acquadotti e fognature)

1. Tubazioni di ghisa sferoidale

Le condotte e relativi pezzi speciali in ghisa sferoidale dovranno essere conformi alle norme EN 545.

Essi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzioni elastiche, a mezzo di anello in gomma del tipo automatico o del tipo meccanico.

Saranno rivestiti internamente con cemento d'alto forno corrispondente alle EN 545, punto 4.4.3. di tipologia applicato per centrifugazione ed esternamente, previa zincatura (EN 545 punto 4.4.2), con successiva finitura con prodotto bituminoso o a base di resine sintetiche o di polietilene.

I pezzi speciali dovranno avere o rivestimento integrale a base epossidica, o zincatura secondo EN 4.4.3. e finitura esterna come sopra specificato.

Nel caso di giunto antisfilamento la guarnizione deve avere la sola funzione di tenuta idraulica e non di antisfilamento, la guarnizione è costituita da un anello in gomma.

Le tubazioni con giunto antisfilamento dovranno avere le pressioni ammissibili (PFA-PMA- PEA) in bar, conformi all'appendice A2 delle norme EN 545 certificate con prova idraulica eseguita secondo EN 545 par. 7.

I pezzi speciali e giunti antisfilamento dovranno avere pressione ammissibile (PFA-PMA- PEA) in bar conformi all'appendice A3 delle norme EN 545 e qualora le pressioni dei giunti e pezzi speciali risultassero inferiori a quelle indicate nell'allegato A2, le stesse dovranno soddisfare i seguenti requisiti minimi: PFA=40 bar, PMA=48 bar, PEA=53 bar (come da tabella allegato A4 riferita al PN40); tali requisiti dovranno essere certificati con prova idraulica eseguita secondo EN 545.

L'impresa dovrà produrre alla Direzione Lavori, prima dell'approvvigionamento dei materiali in cantiere i certificati di prova che attestino la corrispondenza dei tubi e dei giunti antisfilamento alle prove idrauliche previste nella norma EN 545 alle pressioni precedentemente indicate.

Le tubazioni e i relativi pezzi speciali (curve, TEE, riduzioni raccordi ecc.) devono essere prodotti dallo stesso fabbricante e quindi riportare uguale marchio di riconoscimento.

La deviazione angolare realizzabile in corrispondenza del giunto non dovrà essere inferiore a 4 gradi per diametro nominale minore o uguale a 200 e a 3 gradi per diametro nominale maggiore uguale a 250 mm fino a DN 600.

I tubi per fognatura saranno rivestiti internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione, di spessore rispondente alle UNI-ISO 4179-83; ed esternamente con uno strato di zinco puro applicato per metallizzazione, in conformità alle norme UNI-ISO 8179-86, e poi con una vernice di colore rosso bruno. Inoltre l'esterno dell'estremità del tubo liscio e l'interno del bicchiere che è a contatto con i liquidi saranno rivestiti con vernice epossidica.

I tubi per fognatura in pressione saranno sottoposti ad una prova idraulica di tenuta sotto pressione di 25 bar.

2. Marcatura dei tubi e raccordi di ghisa sferoidale

Ogni tubo porterà i seguenti marchi:

- il marchio di fabbrica;
- la designazione della ghisa sferoidale;
- il riferimento della presente norma;
- l'identificazione dell'anno di fabbricazione;
- il diametro nominale DN, in mm ;
- il tipo di materiale ;

- il tipo di giunto.
- 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 (es. Acqua);
- l'anno di fabbricazione.

4. Tubazioni di ghisa grigia

Le tubazioni di ghisa grigia dovranno rispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dalle norme UNI 5336 ad UNI 5340 ed alle caratteristiche fissate per la ghisa da tubi nella Normale 31 luglio 1937, n. 20 del Ministero LL.PP.

Saranno costruite con ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta, e saranno prive di difetti di lavorazione o superficiali che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata.

Avranno uno strato protettivo, con catramatura o bitumatura a caldo interna ed esterna, il quale dovrà essere continuo e perfettamente aderente e non dovrà contenere sostanze solubili nell'acqua potabile trasportata dalle condotte o che possano pregiudicare le caratteristiche organolettiche dell'acqua stessa.

I tubi dovranno essere diritti e potere essere lavorati (taglio, foratura) così come i pezzi speciali.

Saranno impiegati nella gamma di diametri nominali DN 50 a 600 mm e nelle tre classi LA, A e B.

Il collegamento fra le tubazioni sarà realizzato con giunti di tipo rigido (piombo a caldo o freddo) od elastico; nel secondo caso le guarnizioni saranno fabbricate con gomme resistenti sia all'invecchiamento che alla corrosione e saranno fornite con le tubazioni.

Art. 16

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 ed alle Raccomandazioni I.I.P.

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, purchè 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 7442 o UNI 7447.

Art. 17

Tubazioni in PEAD (acquedotti e fognature)

Le tubazioni in polietilene ad alta densità devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme UNI ed alle raccomandazioni I.I.P.

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 purchè siano idonei allo scopo.

Per la fognatura saranno impiegati tubi previsti dalle norme UNI.

Art. 18 **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 vigenti.

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'Impresa 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.

CAPO 4 – MOVIMENTI DI MATERIE, OPERE MURARIE E VARIE

Art. 19 **Generalità**

L'Impresa, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligata 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'Impresa ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che le venga ordinato dal Direttore 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'Impresa unica 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. 20 **Collocamento in opera di materiali forniti dall'amministrazione**

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Amministrazione, sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Impresa riceverà tempestivamente. Pertanto essa 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 murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie.

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

Art. 21

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 le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dal Direttore dei lavori.

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

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile del Direttore dei lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterrimenti esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dal Direttore dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

Il Direttore dei lavori potrà far asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Art. 22

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 d'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.

Art. 23

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 dal Direttore dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione tenendo in debito conto le istruzioni del D.M. 21 gennaio 1981.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che il Direttore 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 del Direttore dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

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

L'Impresa 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 sbatacchiature, alle quali essa 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 dal Direttore dei lavori.

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

2. Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni precedenti, l'Impresa, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà del Direttore 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 fucatori.

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 il Direttore 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'Impresa, se richiesta, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Art. 24 **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 dal Direttore dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio del Direttore dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Impresa crederà di sua convenienza, purchè i materiali siano riconosciuti idonei dal Direttore dei lavori.

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 perchè 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 vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purchè a mano, 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 dal Direttore dei lavori.

E' 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'Impresa.

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

L'Impresa 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. 25 **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 prescritte. I tavoloni devono 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 dall'Impresa, a sue spese, estratto e sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile.

Le teste dei pali e dei tavoloni, previamente spianate, devono essere, a cura e spese dell'Impresa, munite di adatte cerchiature in ferro per evitare scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio.

Quando poi il Direttore dei lavori lo giudichi necessario, le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze in ferro del modello e peso prescritti.

Le teste delle palancole debbono essere portate regolarmente a livello delle longarine, recidendone la parte sporgente, quando sia riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel suolo.

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

Art. 26 **Demolizioni e rimozioni**

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o 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 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 il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni o rimozioni l'Impresa 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 tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Impresa.

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'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile del Direttore dei lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dal Direttore dei lavori, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del Capitolato generale, con i prezzi unitari d'Elenco.

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

C) OPERE D'ARTE

Art. 27 **Conglomerati cementizi, armati e semplici**

I calcestruzzi da impiegare nelle opere comprese nell'appalto, a seconda delle sollecitazioni ed al tipo di impiego cui saranno sottoposti, dovranno rientrare nelle classi 150, 200, 250, 300, 400, 500. e nelle classi previste nel D.M.LL.PP. 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni"

Per quanto riguarda le specifiche tecniche dei materiali costituenti il cls, la sua composizione, le proprietà del cls fluido ed indurito, i metodi per la produzione, il trasporto, la consegna, il getto, la stagionatura, le procedure di controllo e la verifica delle proprietà, si intende assunto quale riferimento normativo la norma UNI 9858/91 e s.m..

L'impasto si impiegherà appena compiute la manipolazione che dovrà avvenire con betoniera e nel collocarlo in opera si useranno le cautele suggerite dall'arte, massime quando abbia da essere sommerso dall'acqua, nel qual caso si dovranno impiegare i mezzi necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne sia pregiudicato il pronto consolidamento. L'impasto in casi di impossibilità di farlo con betoniera dovrà venire rimestato sopra appositi tavolari tre volte a secco e tre volte bagnato in modo che abbia da riuscire perfetto.

Il calcestruzzo sarà regolarmente disteso e compresso in maniera che non restino vani nel recinto della cassa, e, spianatene con diligenza la superficie su cui dovranno elevarsi i muramenti, si lascerà in riposo per il tempo che occorrerà onde possa resistere alla pressione, cui deve andar soggetto. A richiesta della D.L. dovrà essere vibrato senza alcun compenso particolare.

Qualora i lavori vengano eseguiti nella stagione rigida, l'Impresa dovrà prendere, a sue spese, tutti i provvedimenti perché il calcestruzzo non abbia a soffrire per effetto del gelo, salvo diverse disposizioni che la D.L. potrà dare di volta in volta circa la sospensione dei getti e/o particolari disposizioni e accorgimenti cautelativi da adottare: per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

La lavorabilità del calcestruzzo non dovrà essere ottenuta con il maggior impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo.

La D.L. potrà consentire l'impiego di areanti, plastificanti, o fluidificanti,, anche non previsti negli studi preliminari: in questi casi, l'uso di areanti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell' Impresa senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

I prezzi unitari relativi ai calcestruzzi comprendono anche il compenso per casseforme, armature, puntellature per la bagnatura degli stessi e per tutti i provvedimenti di cui al presente articolo, a meno che non sia altrimenti espressamente disposto nella dicitura dei relativi prezzi unitari .

Il getto dei ponti, archi, nervature, mensolini, ecc. dovrà farsi ininterrottamente o per lo meno non sono ammesse interruzioni superiori ad un'ora; per una diversa esecuzione si dovrà ottenere l'autorizzazione della Direzione dei lavori.

La fluidità del calcestruzzo potrà essere fissata dalla D.L. a seconda della temperatura e del groviglio dei ferri senza che ciò comporti il riconoscimento di maggiori compensi per l'appaltatore.

Dopo l'esecuzione del getto è necessario evitare un rapido essiccamento proteggendo il getto dal sole e dal vento, tramite una continua bagnatura o altri accorgimenti per almeno 7 giorni.

Trascorsi 30 giorni dal getto, l'Impresa, senza compenso speciale, dovrà, alla presenza e sotto la sorveglianza della Direzione dei lavori, provvedere alla prova dei ponti, rispettivamente archi, solette, nervature, travi, mensole, ecc. e tutte quelle opere per cui detta prova è prescritta.

Durante la presa del calcestruzzo sono da evitare urti e vibrazioni.

Nelle murature l'Impresa è obbligata a lasciare le necessarie feritoie, nelle dimensioni e posizioni che verranno impartite dalla D.L. e ciò senza alcun compenso o sovrapprezzo.

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse dovute a escursioni termiche, ritiro ecc.. Tali giunti vanno praticati a intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo conto della geometria della struttura. La larghezza, la tipologia e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla D.L., e dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa essendosi tenuto conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di offerta relativi alle singole classi di calcestruzzo.

L'Impresa ha l'obbligo di presentarsi in ogni tempo alla prova dei materiali da costruzione impiegati e da impiegare provvedendo a tutte le spese di prelevamento e di rinvio dei campioni agli Istituti di prova che saranno indicati dalla D.L. e pagando le relative spese. Dei campioni può essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più atti a garantirne l'autenticità presso il Laboratorio di Prove Materiali della Provincia.

Art. 28

Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati dovranno seguirsi le norme tecniche emanate con D.M. 9 gennaio 1996 e nel D.M.LL.PP. 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni" operando, in particolare, sulla base delle norme UNI 6127-73 per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI 6130-72 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme, UNI 6132-72 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

Ad integrazione di tali norme, la D.L. potrà ordinare prelievi integrativi in modo da poter assoggettare uno o più provini a prove preliminari di accettazione nei laboratori di cantiere.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso i laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato sui calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L., ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla D.L. il calcestruzzo sarà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso la R_{ck} non risulti del tutto compatibile con le sollecitazioni previste dal progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla D.L.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore di quella indicate negli elaborati progettuali approvati dalla D.L..

Oltre ai controlli relativi alla R_{ck} la D.L., in corso di lavorazione, potrà controllare la consistenza, l'omogeneità e il rapporto acqua/cemento. La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test): tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm.. La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4.76 mm.: la percentuale di peso di materiale grosso tra i due campioni non potrà differire più del 10%, inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra e di ogni altra prova ritenuta opportuna in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'impresa.

Art. 29

Acciaio per c.a. e c.a.p.

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti nel D.M.LL.PP. 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni".

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono previste nel D.M.LL.PP. 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni"

Art. 30

Strutture prefabbricate

L'impresa appaltatrice dei lavori può proporre alla Direzione Lavori tipologie strutturali diverse da quelle previste nel progetto esecutivo, purché di caratteristiche tali (durabilità, estetica, resistenza...) da eguagliare almeno quelle originariamente previste.

L'impresa deve fornire tutta la documentazione necessaria a dimostrare quanto sopra, compresi i calcoli statici a firma di un professionista abilitato.

L'accettazione è a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Art. 31

Casseforme, armature, centinature

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e, secondo le prescrizioni della D.L.. Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa, è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venir fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

Art. 32

Muratura a secco

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritorie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

Art. 33

Murature di pietrame e malta cementizia

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavorate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. La malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m³ di sabbia.

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

- a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressochè regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico greggio, le facce dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello e punta grossa, a superficie piana poligonale: 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 parametro a pietra rasa.

Nel parametro a corsi pressochè 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 resi perfettamente piani e squadri, con la faccia vista rettangolare, lavorata 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 fra due corsi successivi non maggiore di cm 5.

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 del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressochè 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 due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, nè inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

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

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 qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua 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.

Il nucleo della muratura dovrà essere costituito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

Art. 34 Murature in pietra da taglio

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto della esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezzo fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, nè dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, per modo che le connessure fra concio e concio non eccedono la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'Amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate nè smussature agli spigoli, nè cavità nelle facce, nè masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente

date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originari letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

Art. 35 Murature di mattoni

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di alta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempi tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, nè minore di 1/2 cm.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento a vista si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

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

Art. 36 Murature di calcestruzzo con pietrame annegato (calcestruzzo ciclopico)

Quando la Direzione dei Lavori l'avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazione, briglie, ecc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

Art. 37 Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perchè le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

A) INTONACI ESEGUITI A MANO

Nella esecuzione di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato un volta sola.

B) INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITA)

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire, mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta da Kg 500 di cemento normale per m³ di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80-90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atm.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi che di volta in volta verranno stabilite, od anche la inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori. In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30 - 40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

C) APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'Impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

Art. 38

Murature di getto o calcestruzzi

Il calcestruzzo da impiegarsi nelle fondazioni delle opere d'arte o in elevazione, o per qualsiasi altro lavoro sarà composto nelle proporzioni indicate nel presente capitolato e che potranno essere meglio precisate dalla Direzione.

Il calcestruzzo sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali dell'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 nella sua massa.

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

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

Quando il calcestruzzo sia gettato sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge casse apribili o quegli altri mezzi di immersione che la Direzione dei lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi e perda, sia pur minimamente, della sua energia.

Finito 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 riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimento di scarpe, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm e di bagnarlo con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

E' vietato assolutamente l'impiego di calcestruzzi che non si potessero mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la loro preparazione debbono senz'altro essere gettati a rifiuto.

Art. 39

Strutture in acciaio

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla circolare n. 7091, emessa dal Consiglio Superiore del LL.PP. in data 4 settembre 1970 e s.m. relativa alle norme per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali in acciaio, dal D.M. 4 maggio 1990 e dal D.M. 09/01/1996 e s.m. e nel D.M.LL.PP. 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni".

A) COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 09/01/1996.

B) COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

C) MONTAGGIO

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene o altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultano centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista del D.M. 09/01/1996 e s.m. sopracitato, si dovrà provvedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purchè questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

D) PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per contrastare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nel D.M.LL.PP. 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni".

Art. 40 **Gabbionate**

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. 30. 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 dal Direttore 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. 41 **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 il Direttore 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 pie' d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta del Direttore dei lavori, l'Impresa dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Impresa sarà in ogni caso obbligata 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 connessioni 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 l'Amministrazione. 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'Impresa 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, paraspigoli di fortuna, ecc.

Nel caso di infissi qualsiasi muniti di controtelaio, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta del Direttore 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'Impresa 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, nonchè 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 nè perdite.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Impresa avrà l'obbligo, a richiesta del Direttore 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 del Direttore dei lavori, il quale potrà rifiutare tutti quelli che fossero stati verniciati o coloriti senza tale accettazione.

Art. 42 **Opere da vetraio**

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le latrine si adatteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dal Direttore dei lavori.

Per quanto riguarda la posa in opera, le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno mediante adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra.

Collocata questa in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45°, ovvero si fisserà mediante regoletti di legno e viti.

Potrà inoltre essere richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino.

Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate o con stucco ad orlo inclinato, come sopra accennato, o mediante regoletti di metallo o di legno fissati con viti; in ogni caso si dovrà avere particolare cura nel formare un finissimo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi poi il vetro, e nel ristuccare accuratamente dall'esterno tale strato con altro stucco, in modo da impedire in maniera sicura il passaggio verso l'interno dell'acqua piovana battente a forza contro il vetro e far sì che il vetro riposi fra due strati di stucco (uno verso l'esterno e l'altro verso l'interno).

Potrà essere richiesta infine la fornitura di vetro isolante e diffusore (tipo "Termolux" o simile), formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di 2,2 mm, racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da 1 a 3 mm) di feltro di fili o fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da 10 a 15 mm, costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità.

Lo stucco da vetraio dovrà sempre essere protetto con una verniciatura a base di minio ed olio di lino cotto; quello per la posa del "Termolux" sarà del tipo speciale adatto.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

L'Impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi di vetri passatile dal Direttore dei lavori, rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultimo le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo.

Essa ha anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri o cristalli, anche se forniti da altre ditte, a prezzi di tariffa.

Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte del Direttore dei lavori, sarà a carico dell'Impresa.

Art. 43 **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, nonchè 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 del Direttore dei lavori.

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

L'Impresa ha obbligo di presentare, a richiesta del Direttore 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 del Direttore dei lavori prima dell'inizio delle opere stesse.

Art. 44 **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 pomciate e lisciate, 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 del Direttore 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'Impresa non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Impresa stessa. Comunque essa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal Direttore dei lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le 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 del Direttore dei lavori. Essa 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.

Il Direttore 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'Impresa 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'Impresa 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 conguagliamento 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 il Direttore 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.

Art. 45

Pavimentazioni in conglomerati bituminoso (in uso nella Provincia Autonoma di Trento)

Le norme e prescrizioni sulle composizioni e caratteristiche dei conglomerati bituminosi sono quelle riportate nelle tabelle del Capitolato speciale d'appalto per opere stradali della Provincia Autonoma di Trento e contraddistinte dalle seguenti dizioni:

- Conglomerato bituminoso tipo "B";
- Conglomerato bituminoso tipo "C";
- Conglomerato bituminoso tipo "D";
- Conglomerato bituminoso tipo "E".

Le tabelle contengono le prescrizioni inerenti il contenuto di bitume in percento di peso dell'aggregato secco, la percentuale dei vuoti nella pavimentazione in opera a costipamento ultimato, il valore della stabilità Marshall e di scorrimento, la perdita percentuale di peso per abrasione "Los Angeles".

Per la quantità di bitume prescritta come percentuale del peso dell'inerte secco è tollerata una variazione della suddetta quantità del +/- 10% come è meglio specificato nel seguente esempio:

bitume previsto 6%
tolleranza 10% del 6% (cioè 0,60%):
bitume minimo da impiegare 5,40%

bitume massimo da impiegare 6,60%

Il bitume sarà di norma del tipo penetrazione 80-100 e 180-200 salvo diversa prescrizione della Direzione lavori.

I conglomerati bituminosi verranno preparati con idonei impianti, atti ad assicurarne la migliore confezione.

Si dovrà provvedere alla preventiva essiccazione e riscaldamento degli aggregati con macchinario atto anche ad eliminare la polvere. La temperatura di riscaldamento si discosterà da quella del bitume al massimo di 15°.

Il bitume verrà riscaldato alle seguenti temperature:

- per bitumi di penetrazione 80-100 = 140° - 160° C

- per bitumi di penetrazione 180-200 = 130° - 150° C

Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato vanno condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione non deve diminuire oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Per qualsiasi controllo o accertamento riguardanti i materiali ed il modo di confezione degli impasti, gli addetti della Direzione lavori avranno libero accesso nei cantieri di preparazione dei conglomerati.

I conglomerati dovranno essere portati sul luogo d'impiego a temperatura non inferiore ai 110° C per quanto riguarda il tipo "B" e 120° C per i tipi "C", "D", "E".

La stesa sarà preferibilmente fatta con finitrici meccaniche idonee a realizzare gli spessori prescritti, compensando eventuali irregolarità del piano di posa.

Per la cilindratura dei conglomerati si useranno:

- rulli da 10-12 T per il tipo "B";

- rulli da 6 T ed a rapida inversione di marcia o rullo vibrante per i tipi "C", "D", "E".

Ad evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote dei rulli, si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindratura procederà dai bordi della strada verso la mezzeria, i primi passaggi alla minima velocità per evitare ondulazioni e fessurazioni, e dovrà essere anche condotta, oltre che in senso longitudinale, anche obliquo e possibilmente trasversale.

A costipazione finita la percentuale dei vuoti rovrà rientrare nei limiti riportati nelle tabelle di seguito allegate, riferite ciascuna al particolare tipo di conglomerato bituminoso.

I conglomerati dovranno avere una elevata resistenza meccanica, il valore della stabilità e scorrimento Marshall eseguita a 60° C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia dovrà rientrare nei limiti riportati nelle citate tabelle.

Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei bordi che dovranno presentare per la larghezza di cm 15 uno spessore maggiore di quello previsto per la pavimentazione e saranno rifiniti con battitura mediante pestelli a mano a base rettangolare opportunamente riscaldati.

A pavimentazione finita i manti dovranno presentare superficie molto regolare e corrispondente alle livellette prescritte. Non saranno tollerate irregolarità o ondulazioni superiori ai 5 mm misurate utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di ml 3 appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

Art. 46

Lastricati – pavimenti in cubetti di porfido

Saranno rifiutati e subito fatti allontanare dal lavoro tutti i cubetti che presentino in uno dei loro lati dimensioni minori o maggiori di quelle prescritte ovvero presentino gobbe o rientranze sulle facce eccedenti l'altezza di 5 mm in più o meno.

La verifica potrà essere fatta dalla Direzione dei lavori, anche in cava.

I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti ed in modo che l'incontro dei cubetti di un arco con quello di un altro avvenga sempre ad angolo retto. Saranno impiantati su letto di sabbia dello spessore di 8 cm a grana grossa e scevra di ogni materia eterogenea, letto interposto fra la pavimentazione superficiale ed il sottofondo, costituito da macadam all'acqua, cilindrato a fondo col tipo di cilindratura chiuso, ovvero da uno strato di calcestruzzo cementizio secondo quanto sarà ordinato.

I cubetti saranno disposti in opera in modo da risultare pressochè a contatto prima di qualsiasi battitura.

Dopo tre battiture eseguite sulla linea con un numero di operai pari alla larghezza della pavimentazione espressa in metri divisa per 0,80 e che lavorino tutti contemporaneamente ed a tempo con mazzapicchio del peso di 25-30 kg e colla faccia di battitura ad un dipresso uguale alla superficie del cubetto, le connessioni fra cubetto e cubetto non dovranno avere in nessun punto la larghezza superzore a 10 mm.

La bitumatura della pavimentazione a cubetti sarà eseguita almeno dopo venti giorni dall'apertura al transito della strada pavimentata; saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione col mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato e tale che possa aversi la pulizia dei giunti per circa 3 cm di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulito si sia sufficientemente asciugato, si suggelleranno i giunti a caldo ed a pressione con bitume in ragione di circa 3 kg per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume, e quindi sarà aperto il transito.

Art. 47

Formazione dei piani di posa dei rilevati

Non si cominceranno i rialzi senza prima preparare convenientemente il suolo, allontanandolo, senza speciale compenso, piante, ceppaie, humus, cotenne erbose, cespi, etc.

Qualora il terreno fosse troppo inerbato, invece di guastarne la crosta, si dovrà scavarne intatte le piote, per metterle in disparte ed impiegarle poi a guarnire i lembi di strada ed a rivestire le scarpate come sarà ordinato nell'atto di esecuzione e ciò senza alcun compenso speciale.

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto.

I piani suddetti saranno di norma stabiliti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Detta lavorazione sarà compensata con il prezzo della preparazione del piano di posa dei rilevati, per l'asportazione dei primi 20 cm, e con il prezzo dello scavo di sbancamento per l'eventuale approfondimento oltre i primi 20 cm.

Quando alla suddetta quota si rinverranno terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da aggiungere una densità secca pari ad almeno il 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 la D.L. potrà ordinare a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiali per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A1 e A3.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione del piano di posa dei rilevati su terreni naturali. in caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa. Si farà luogo quindi al riempimento dei gradoni con il materiale proveniente dallo scavo di questi, se ritenuto idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

La D.L. si riserva di controllare il comportamento globale del piano di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione M_e , determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di M_e^* misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (fra 0.05 e 0.15 N/mm²), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- a. - quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 90% della densità massima AASHO modificata, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- b. - quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8, la D.L. potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio della D.L. e si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 90% di quella massima AASHO modificata per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla D.L. mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_e il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo, di

$$*M_e = f_o \times \Delta p / \Delta s \times D \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

dove:

f_o = fattore di forma della ripartizione del costipamento per le piastre circolari = 1;

p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm²

Δp = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico N/mm²

D = diametro della piastra

Δs = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p

carico e nell'intervallo di carico compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (0,15 e 0,25 N/mm²), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

Art. 48 **Inerbimento delle scarpate**

Contemporaneamente alla costruzione dei rilevati l'Impresa provvederà a rivestire le scarpate con terreno vegetale dello spessore minimo di cm 20 (un maggior spessore potrà venire prescritto dalla D.L. senza però che l'Impresa abbia diritto a particolare compenso oltre a quello previsto per la formazione del corpo stradale).

Spetterà all'Impresa riparare con terreno vegetale le eventuali erosioni provocate prima del rivestimento a verde curando l'esatta profilatura dei cigli e mantenendo alla scarpata l'inclinazione prescritta.

In rapporto al pH dei terreni, la D.L. prescriverà la concimazione di fondo, mentre l'Impresa è tenuta, in base alle caratteristiche del terreno, a sottoporre alla D.L. per la sua approvazione il tipo di miscuglio che verrà adottato.

Prima della semina si procederà ad una leggera ripicatura in senso ortogonale alla linea di pendenza e ciò anche per un migliore interrimento del seme.

Per le scarpate in trincea, in corrispondenza alle linee di incontro tra le superfici delle scarpate ottenute e le contigue superfici il terreno sarà accuratamente raccordato.

Tale raccordo verrà eseguito anche lungo le linee di incontro tra due diverse superfici ottenute entrambi artificialmente. La D.L. fisserà all'Impresa le prescrizioni per il rivestimento delle scarpate in trincea così ottenute e profilate. La quantità di miscuglio da impiegarsi per la semina delle scarpate in rilevato sarà di non meno di 120 kg/ha, mentre per le scarpate in trincea la dose sarà di 250 kg/ha.

Art. 49 **Formazione di rilevati per tomi di terre rinforzate con geotessili, geogriglie, geomembrane o con rinforzi metallici in strisce o barre (terre armate)**

L'esecuzione di tomi di terre rinforzate dovrà effettuarsi con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta degli scavi identificabile nella classificazione CNR-UNI 10006 come materiale di gruppo A1, A2-4, A2-5, A3.

In alternativa ai materiali naturali sopra citati, potrà essere previsto l'impiego di materiali riciclati di cui al precedente art. 13 paragrafo 1.1. purché, ove non espressamente previsto in progetto, l'impiego sia autorizzato dalla Direzione Lavori e dalla Stazione Appaltante.

L'uso di tali materiali è consentito previo trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa vigente e nel rispetto di quanto indicato al precedente art. 13 paragrafo 1.1.

Il compattamento dei rilevati in terra armata dovrà avvenire per strati non superiori a 30 cm fino a raggiungere la densità non minore del 90% di quella massima ottenuta dalla prova PROCTOR AASHO modificata.

Gli strati compattati dovranno essere caratterizzati da un modulo di compressibilità M_e , definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento nell'intervallo compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm²; qualora la terra rinforzata costituisca rilevato stradale dovranno comunque essere rispettati i valori di M_e indicati in tabella A.

La Direzione Lavori, a propria discrezione richiederà l'intervento del laboratorio ufficiale provinciale per la valutazione delle caratteristiche meccaniche sopra riportate fermo restando il numero minimo di prove di carico su piastra indicato nella tabella riportata nell'articolo "SCAVI E RIALZI".

I pannelli di rete elettrosaldata con funzione di cassero per la sagomatura dei paramenti inclinati del tomo e della relativa chiusura con biostuoia in fibre di Juta, dovranno avere diametro 8 mm e maglia 15 x 15 cm zincata a caldo con una quantità minima di zinco non inferiore a 300g/m².

La geogriglia dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Struttura in poliestere con rivestimento in PVC biorientata con aperture rettangolari
- Dimensioni aperture longitudinali 30 mm, trasversali 30 mm
- Massa areica minima 350 g/m²
- Resistenza a trazione longitudinale (ordito) ≥ 55 KN/m
- Resistenza a trazione trasversale (trama) ≥ 30 KN/m
- Allungamento a snervamento long. ≤ 14 %
- Allungamento a snervamento trasv. ≤ 14 %
- Resistenza a trazione long. al 2% di allungamento: > 30 KN/m
- Resistenza a trazione trasv. al 2% di allungamento > 16 KN/m
- Resistenza a trazione long. al 5% di allungamento > 35 KN/m

- Resistenza a trazione trasv. al 5% di allungamento > 20 KN/m.

La sovrapposizione dei teli non dovrà mai essere inferiore a 20 cm.

La geogriglia dovrà essere costituita da due ordini di filamenti in poliestere perpendicolarmente intrecciati, in modo da ottenere una struttura piana con aperture regolari di forma rettangolare, con le giunzioni tra due ordini di fili ottenute per intreccio e saldature successive.

Per ogni fornitura di 5000 mq (e comunque almeno 1 volta per forniture inferiori a 5000 mq) dovranno eseguirsi le seguenti prove:

- Prova di resistenza a trazione longitudinale e trasversale (KN/m)
- Prova di resistenza a trazione longitudinale e trasversale (KN/m) al 2% di allungamento
- Prova di resistenza a trazione longitudinale e trasversale (KN/m) al 5% di allungamento.

La DL controllerà la provenienza dei materiali impiegati che dovranno essere forniti da ditte operanti con sistema di qualità certificato secondo UNI EN ISO 9002.

Durante la stesura del rilevato in terra rinforzata la DL provvederà anche a controllare che le caratteristiche dei materiali utilizzati rispettino i parametri imposti dal progettista dell'opera.

I materiali dovranno essere forniti corredati di etichette riportanti una dettagliata descrizione del prodotto in modo da permettere un controllo sulla qualità e sulla provenienza degli stessi.

Art. 50 **Perforazioni**

Le tecniche di perforazione dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e alle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione dovrà essere effettuata mediante l'esecuzione di perforazioni campione realizzate in opera prima dell'esecuzione della rimanente lavorazione che saranno pagate con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso in cui il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature.

Il foro in roccia si rivestirà nei casi in cui l'alterazione e le fessurazioni della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature.

Si provvederà al rivestimento del foro in roccia anche qualora la natura del materiale sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi, lungo il perimetro del foro, suscettibili di danneggiare potenzialmente le guaine di protezione dei tiranti.

La scelta del fluido impiegato per l'estrazione del materiale dal foro di perforazione sarà operata in base alla natura del materiale da perforare.

L'impiego di acqua, o aria, o miscela in proporzioni variabili di acqua e aria, oppure in fango di cemento o bentonite sarà determinato in sede esecutiva, previa realizzazione di fori campione, dalla Direzione Lavori. Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua 0.05÷0.08;
- cemento/acqua 0.18÷0.23.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa o di rocce marnose tenere, si provvederà alla fase finale del lavaggio con sola aria.

In ogni caso la perforazione sotto falda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore e il conseguente dilavamento del terreno.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

La perforazione dovrà essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno all'interno del foro.

Le perforazioni eseguite verticalmente potranno essere eseguite senza l'ausilio del rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o fango di cemento o bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili la pareti del foro.

Le perforazioni inclinate necessitano comunque dell'adozione continuata di rivestimento provvisorio.

Art. 51

Tiranti di ancoraggio nei terreni

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali operanti in trazione e atti a trasmettere forze al terreno.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- testa, costituita da dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- tratto attivo o bulbo di ancoraggio, costituito dalla parte terminale del tirante e atto a garantire il collegamento

e la trasmissione delle forze di trazione del tirante al terreno.

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto, i tiranti si distinguono in provvisori, se la durata della funzionalità non supera i trenta mesi, e permanenti se la durata della funzionalità supera tale termine.

Le caratteristiche geometriche e strutturali del tirante saranno stabilite dalle relative voci di Elenco prezzi.

1. Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti dovrà essere messa a punto mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova che saranno totalmente a carico della ditta appaltatrice.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e il grado di omogeneità del sottosuolo.

Tale numero dovrà essere pari ad almeno il 2% del numero totale dei tiranti con minimo di 2 (due).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni "A.I.C.A.P." su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" maggio 1993.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso la Direzione Lavori stabilisca in corso d'opera la variazione della metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dare corso alla esecuzione di nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire col minimo di un tirante di prova.

2. Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione e i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

L'ambiente sarà da considerarsi aggressivo nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione nei casi in cui si verifichi una delle seguenti condizioni, l'accertamento delle quali deve intendersi a carico dell'Impresa:

- il grado idrotimetrico dell'acqua del terreno o di falda risulti minore di 3 gradi F.;
- il valore del pH dell'acqua risulti minore a 6;
- il contenuto di CO₂ disciolta nell'acqua risulti maggiore a 30 mg/l;
- il contenuto in NH₄ dell'acqua risulti maggiore a 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti maggiore a 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti maggiore a 600 mg/l o maggiore a 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori ai 50 KW.

In ambiente aggressivo l'idoneità del tipo di cemento impiegato dovrà essere certificata dall'Impresa e il relativo utilizzo dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

3. Acciai e dispositivi di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi al Dm 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni previste nelle norme AICAP

4. Miscele di iniezione, composizione e controlli

Saranno impiegate miscele a base di cemento aventi la seguente composizione:

- cemento da altoforno o pozzolanico kg 100;
- acqua Kg 40÷45;
- filler calcareo o siliceo Kg 0÷30 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- bentonite Kg 0÷4 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- additivo super fluidificante Kg 5;
- eventuale additivo accelerante.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979 e s.m..

Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI 2332 (apertura 0.075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni:

- fluidità Marsh da 10 sec. a 35 sec.;
- essudazione 2%;
- resistenza a compressione a 28 giorni $> 250 \text{ kg/cm}^2$

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura dell'Impresa ogni qualvolta richiestogli dalla Direzione Lavori.

Se in occasione di tali controlli anche solo una delle due prove non fornisse risultati conformi a quanto richiesto, le iniezioni saranno sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con idonee caratteristiche.

Dovrà essere fatto il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante l'esecuzione di un prelievo ogni tirante.

La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (>20 giri al secondo) o a ciclone.

La fornitura delle apparecchiature per le prove sulle miscele, l'esecuzione delle stesse, l'onere per la sostituzione di miscele eventualmente risultanti non conformi ai controlli saranno a totale carico dell'Impresa appaltatrice.

5. *Elementi di protezione*

In relazione all'aggressività dell'ambiente si distinguono le seguenti due classi di protezione:

- CLASSE 1: per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo. La protezione consisterà in una guaina in polietilene o in polipropilene che avvolgerà i trefoli nel tratto libero;
- CLASSE 2: per tiranti permanenti in ambiente aggressivo con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene, flessibile o semirigida, liscia per il tratto libero e grecata per il tratto attivo del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà essere garantito e protetto da eventuali lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive maggiore a 5 mm e una differenza tra i diametri interni maggiore e minore superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo dovrà essere ulteriormente protetto da una guaina individuale in PVC, polietilene o polipropilene, nella parte libera e da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata, nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del foro e tra l'armatura e la guaina dovranno essere riempiti o iniettati con miscela cementizia.

6. *Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione*

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela.

In ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiale non metallico, di resistenza adeguata agli sforzi che dovranno sopportare, ed essere disposti a intervalli non superiori a 2 metri nel tratto libero e di metri 1,50 nel tratto attivo, intervallati da legature in modo da dare al fascio dei trefoli una conformazione a ventri e nodi.

I tamponi di separazione tra la parte libera e la parte attiva dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alla pressione di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) di caratteristiche tali da garantire la protezione dell'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con il coefficiente di sicurezza pari all'1,5 e comunque una pressione di rottura superiore alle 10 bar;

- diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso di presenza nella miscela di aggregati.

7. *Assemblaggio e posa delle armature*

Nel caso di impiego di armature e trefoli gli elementi costitutivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo eventualmente il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere ove per particolari motivi fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costitutivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta a cura e spese dell'Impresa ed in prossimità del luogo di impiego, un'adeguata attrezzatura per la corretta confezione degli ancoraggi stessi.

In tal caso i componenti dovranno essere immagazzinati al coperto ed in modo che non subiscano danneggiamenti durante la giacenza.

Dovrà inoltre essere accuratamente evitato il contatto con il terreno e altri materiali che possano danneggiare l'ancoraggio.

La confezione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale esperto e consisterà nelle seguenti fasi di lavorazione:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori interni a trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infilaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio o sulla parte libera dello stesso;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;
- montaggio degli eventuali distanziatori necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- accurata sigillatura di tutte le giunzioni per evitare le perdite di impermeabilità della guaina.

La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

8. *Connessione al terreno*

8.1 *Iniezione semplice*

Si eseguirà riempiendo con la miscela cementizia sia l'intercapedine tra la guaina e il foro per tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante.

Tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato.

L'iniezione semplice si adatterà in terreni di granulometria grossolana (ghiaia, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della miscela iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera del tirante sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti e osservando che essa risalga fino a bocca foro e vi permanga fino a presa avvenuta.

Ove occorra, si provvederà a riprendere l'iniezione o a ulteriori rabbocchi onde garantire il livello della miscela al boccaforo.

8.2 *Iniezione ripetuta in pressione*

Si adatterà in terreno di qualunque natura caratterizzati da un modulo di deformazione a beve termine sensibilmente inferiore a 5000 kg/cm^2

L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive fino a ottenere pressioni di iniezioni residue di $8-15 \text{ kg/cm}^2$, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante ed instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio e per attrito.

L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 75 cm di interasse lungo il tratto di fondazione del tirante. Il tubo potrà essere:

- disposto coassialmente all'armatura e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio, esterno all'armatura, e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio, esterno all'armatura, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- ancora coassiale all'armatura ma interno alla guaina greca di protezione, dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno e altre valvole interne alla guaina per il riempimento dell'intercapedine guaina-armatura.

Le fasi dell'iniezione della parte attiva del tirante saranno le seguenti:

1. riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela dalla valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del tubo di sfiato. Al termine si effettuerà il lavaggio con acqua dell'interno del tubo e delle valvole.

2. Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di miscela non eccedenti 45 l. per fori da mm 90 a 120; 65 l. per fori da mm 121 a 170 e 90 l. per fori da mm 171 a 220. Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione di fratturazione idraulica del terreno (Clauage); al termine si effettuerà un lavaggio con acqua dell'interno dei tubi.
3. Avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione osservando gli stessi limiti di volume e di pressione stabiliti al punto 2), per le sole valvole in cui con le operazioni descritte alla fase 2) non si abbiano raggiunti tali limiti.

L'iniezione verrà protratta per più cicli sino al raggiungimento per ciascuna valvola dei limiti in volume o in pressione stabiliti al punto 2).

Al termine delle operazioni connesse al terreno del tirante, si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio il quale dovrà essere in perfette condizioni, privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura.

9. *Tesatura e collaudo*

Trascorsi 28 giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

Qualora espressamente richiesto in sede progettuale o in sede esecutiva dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà garantire l'idoneità del tirante all'inizio delle operazioni di tesatura in termini temporali inferiori ai 28 giorni.

A tale scopo sarà a completo carico dell'Impresa l'eventuale impiego di additivi speciali, acceleranti, atti a garantire la presa della miscela di iniezione del tratto attivo nel termine prescritto.

La trazione di collaudo (N_c) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (N_s).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento $NO=0,10 N_s$ e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

Successivamente si porterà gradualmente e senza interruzioni la forza applicata da NO a N_c e si misurerà il corrispondente allungamento (ΔL).

Si manterrà il valore per un periodo (ΔT) almeno pari a quanto nel seguito:

- 5' per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;
- 15' per tiranti con fondazione in terreni coesivi compatti (coesione non drenata $> 2 \text{ Kg/cm}^2$);
- 30' per tiranti con fondazione in terreni coesivi non compatti (coesione non drenata $\geq 2 \text{ Kg/cm}^2$).

Al termine del periodo (ΔT) si misurerà nuovamente l'allungamento (ΔL).

Si scaricherà quindi il tirante fino al valore NO , misurando l'allungamento permanente (ΔR) rispetto alla prima applicazione del NO .

Per l'accettazione del singolo tirante dovranno risultare verificate le seguenti condizioni:

- 1) $\Delta L - \Delta R \leq 2\%$ corrispondente all'allungamento teorico dell'ancoraggio dato dalla relazione $N_s \cdot L_t / E_a \cdot A_s$ in cui: L_t è la lunghezza teorica della parte libera del tirante, A_s è l'area della sezione trasversale dell'armatura ed E_a è il modulo di elasticità dell'acciaio;
- 2) $\Delta R < 1,3$ volte l'allungamento permanente verificatosi nel corso delle prove eseguite sugli ancoraggi preliminari di prova.

Se la condizione 1) non risultasse soddisfatta, si prolungherà la sosta all'apice del descritto ciclo di carico e scarico per un tempo di attesa pari a 3 volte (ΔT).

In tal caso l'ulteriore allungamento a carico costante dovrà essere minore o uguale all'1% dell'allungamento teorico dell'ancoraggio.

I tiranti che non soddisferanno i predetti requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizioni concordate dalla Direzione Lavori.

In tali casi, restando inteso che comunque verrà pagato il solo tirante avente le caratteristiche di progetto, i maggiori oneri derivanti dalla ripetizione della lavorazione saranno a totale carico dell'Impresa appaltatrice.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

L'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a documentare e catalogare tutte le operazioni di misura, tesatura, collaudo, prove e misurazioni di cui al presente articolo a proprie spese e cura impiegando apparecchiature di precisione per la rilevazione di allungamenti con la precisione di 0,1 mm e per la rilevazione di forze con la precisione di 10 Kg.

Tutte le apparecchiature impiegate dovranno essere tarate presso un laboratorio ufficiale e sarà facoltà della Direzione Lavori richiedere, a cura e spese dell'impresa, la ripetizione della taratura nel caso di impieghi prolungati o ripetuti per più di cinquanta tiranti.

10. *Protezioni anticorrosive in opera*

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela cementizia, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione del tratto libero del tirante, prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta ingrassati e protetti da guaine individuali in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con resistenze minime.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 2, con getto della miscela indicata previa aggiunta di additivo antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di

classe 3 si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero.

Successivamente con un getto di miscela cementizia armata con rete si proteggerà ulteriormente la testa del tirante da urti e abrasioni.

Per un periodo non inferiore a 30 giorni decorrenti dalla data dell'ultimazione delle iniezioni le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e di ritesatura da eseguire nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiori al 10% dei tiranti.

11. Documentazione dei lavori

Per ogni tirante sia preliminare di prova che di progetto dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di miscela iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurati come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.
- identificazione delle litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

1.6. PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI)

1.6.1 NORME

La normativa a cui attenersi strettamente è quella contenuta nel

1.6.2 DEFINIZIONE, CLASSIFICAZIONE E CAMPI DI APPLICAZIONE

Si definiscono micropali i pali trivellati e di fondazione aventi diametro non maggiore a 220 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura in acciaio.

Il fusto potrà essere eseguito mediante il riempimento a gravità per micropali in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 2000 Kg/cm²

Per terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 2.000 Kg/cm² si provvederà al riempimento a bassa pressione. Per terreni fortemente eterogenei, poco addensati e comunque per ottenere capacità portanti elevate, si provvederà all'iniezione ripetuta ad alta pressione.

1.6.3 ARMATURE MICROPALI

Per l'armatura di micropali si adotteranno tubi in acciaio N80 senza saldature longitudinali.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Le armature dotate di valvole dovranno essere scovolate internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma aderenti al tubo e mantenuti in posizione da anelli in acciaio saldati al tubo in corrispondenza del bordo dei manicotti.

La valvola inferiore sarà posta immediatamente sopra il fondello che occlude la base del tubo.

1.6.4 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO

La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo l'ultimazione della perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione sino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del foro subito prima che abbiano iniziato le operazioni di posa della armature e il getto o l'iniezione di malta cementizia.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

1.6.5 RIEMPIMENTO A GRAVITÀ

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo e dotato superiormente di una tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miselazioni con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre la tubazione di convogliamento allorquando il suolo sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione verranno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso in cui l'armatura sia tubolare, essa potrà essere usata come tubo di convogliamento qualora il diametro interno non superi i 50 mm.

1.6.6 RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come prescritto al punto precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà boiaccia in pressione (5÷6 bar) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dell'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione negli ultimi 5-6 metri di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

1.6.7 *INIEZIONE BULBO AD ALTRA PRESSIONE*

La lavorazione avverrà mediante due fasi distinte:

- 1) Riempimento a gravità dell'incavo esistente tra l'armatura metallica e il foro di perforazione realizzato con le modalità precedentemente prescritte.
- 2) Iniezione ad alta pressione, di miscela cementizia, effettuata all'interno della cavità dell'armatura previa apposizione, sulla testa del micropalo, di manicotto filettato per il collegamento con l'iniettrice centrifuga ad alta pressione.

L'iniezione verrà realizzata a presa avvenuta, dopo circa dodici ore, dalla malta cementizia di cui alla fase 1),

Per le modalità di iniezione si veda il paragrafo successivo "Iniezione ripetuta ad alta pressione".

1.6.8 *INIEZIONE RIPETUTA AD ALTA PRESSIONE*

Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

- 1) Riempimento della cavità anulare, compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuto alimentando, con apposito condotto e otturatore semplice, la valvola più bassa finché la malta risalirà fino alla bocca del foro.
- 2) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.
- 3) Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti tre volte il volume del perforo senza superare, durante l'iniezione, la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage).
- 4) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.
- 5) Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alla valvole per le quali:
 - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
 - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino i 7 bar.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

1.6.9 *TOLLERANZE GEOMETRICHE*

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 3%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

1.6.10 *CARATTERISTICHE DELLE MALTE E PASTE CEMENTIZIE DA IMPIEGARE PER LA FORMAZIONE DEI MICROPALI*

Rapporto acqua/cemento : <0,5;

Resistenza cubica: $R_{ck} > 300 \text{ kg/cm}^2$

L'inerte dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti vaglio da 0.075 mm, per la parte dei micropali formati mediante iniezione in pressione. Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:
 - per le malte, kg 600 di cemento per metro cubo di impasto;
 - per le paste, kg 900 di cemento per metro cubo di impasto.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

Per quanto non espressamente previsto si rimanda alle norme A.I.C.A.P. sopra menzionate al punto 3.3.

1.6.11 *CONTROLLI E MISURE*

La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di lavoro, verrà misurata in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

b) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare ≤ 0.10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Il peso delle armature verrà determinato:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407-69;
- nel caso di tubi secondo le misure nominali, con le tabelle redatte dalle acciaierie.

1.6.12 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta della perforazione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione.
- identificazione della litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

2. PROVA DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate nel numero e con le modalità di al

Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova sarà pari a 2.5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2.5.

Il D.L. dovrà in contraddittorio con l'Impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi.

Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perchè il palo ed il plinto abbiano raggiunta la stagionatura prescritta.

Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zovarrato, oppure un putrelles, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile. Se invece la prova verrà realizzata utilizzando pali di reazione, dovranno essere costruiti fuori opera pali a perdere, e si fa divieto assoluto di utilizzare, per detta prova, i pali costituenti la fondazione dell'opera.

Inoltre i pali di reazione dovranno essere realizzati a distanza tale da non influenzare la fondazione dell'opera.

Il carico di contrasto supererà del 20% il carico di prova, affinché questo possa essere raggiunto, comunque, anche se l'incastellatura risultasse non centrata perfettamente rispetto al palo. Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, ad evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal crico di contrasto e quelle provocate dal palo di prova.

Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire il mantenere invariata la pressione del fluido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere.

Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio Ufficiale, con relative curve di taratura.

I flessimetri saranno sistemati a 120° , a conveniente distanza dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali cedimenti. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri.

La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali.

Nel caso che venga realizzata la prova con cassone di zavorra, l'equilibrio di questo dovrà essere mantenuto stabile anche in prossimità del raggiungimento del carico massimo applicato.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di goni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri e il diagramma carichi-cedimenti.

Art. 52 Altri lavori

Per tutti gli altri lavori previsti nell'Elenco dei prezzi unitari di progetto ma non specificati nei precedenti articoli di questo capitolo si seguiranno le prescrizioni dei vigenti Capitolati speciali d'appalto tipo del Ministero dei LL.PP. e le Norme vigenti.

CAPO 5 – COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE

Art. 53 Condotte in PRFV

1. INSTALLAZIONE

Per l'installazione dei tubi PRFV valgono le direttive della ONORM B 2503, ONORM EN 1610, ONORM B 2538, T1 e T2, nonché le ulteriori norme specifiche, direttive e norme sulla prevenzione degli infortuni. L'installazione delle tubazioni deve essere progettata ed eseguita da personale specializzato ed in conformità alle norme vigenti.

2. TRASPORTO DEI TUBI

In stabilimento i tubi vengono imballati e caricati in funzione del tipo di trasporto (ferrovia, camion o nave), il sollevamento dei tubi, o degli imballaggi contenenti più unità, deve essere effettuato solo singolarmente con cinghie di sollevamento (non usare ganci o cavi metallici).

Lo sfilamento dei tubi si può effettuare con un carrello elevatore o con una gru mediante l'ausilio di una lunga barra a sezione circolare. Se i tubi sono disposti su un terreno pianeggiante, quest'operazione può essere effettuata anche con l'uso di rulli idonei. I tubi vengono forniti con giunti già premontati.

3. DEPOSITO DEI TUBI

I tubi devono essere depositati su una base piana (evitare sempre singoli punti d'appoggio) e devono essere protetti da danneggiamenti meccanici. Le guarnizioni di tenuta dei giunti devono essere mantenute pulite. Si possono usare eventualmente degli appoggi in legno e delle assi per separare e file orizzontali dei tubi.

4. TRACCIATO DELLA CONDOTTA

Il percorso dei tubi deve essere scelto in modo tale da realizzare una linea dritta per quanto possibile, tenendo presente che ogni deviazione della linea retta aumenta le perdite di carico per attrito. Si devono evitare contropendenze e, se presenti, si deve provvedere ad installare appositi sfiati nei punti alti ed a permettere lo svuotamento nei punti bassi.

5. INSTALLAZIONE INTERRATA

Durante la posa in opera interrata, sia la rigidità del tubo che la portanza del terreno provvedono a formare l'essenziale rigidità del sistema. Si deve prestare la massima attenzione nell'operazione di posa delle tubazioni, dato che il terreno disposto attorno al tubo ha funzione di sostegno.

5.1 SCAVO PER LATUBAZIONE

La profondità minima dello scavo deve essere relazionata al carico che agisce sul tubo (carico stradale, spinta sul terreno dovuta ad angolazioni nei giunti, ecc.).

La larghezza dello scavo alla base deve essere tale da garantire lo spazio necessario per poter eseguire il lavoro di posa:

DN	Larghezza dello scavo
< = 200	70 cm
da 250 fino a 350	DN + 50 cm
da 400 fino a 700	DN + 60 cm
da 800 fino a 1400	DN + 80 cm
Oltre 1500	DN + 110 cm

Il materiale di scavo non idoneo al letto di posa della tubazione deve essere rimosso. Per garantire l'appoggio continuo ed uniforme della tubazione al letto di posa, si devono realizzare delle nicchie nel fondo dello scavo, in corrispondenza dei giunti, di lunghezza pari a circa tre volte quella del giunto. Tali nicchie devono essere riempite, dopo l'esecuzione della giunzione, con lo stesso materiale del letto di posa.

5.2 ZONA DEL LETTO DI POSA

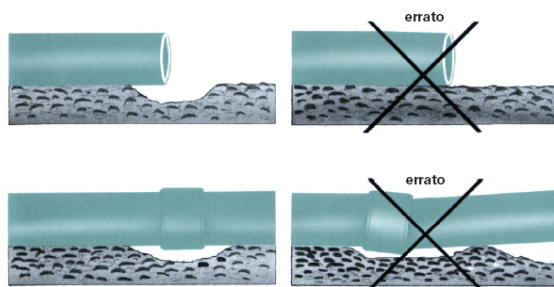
Il letto dello scavo deve essere realizzato in conformità alla pendenza prescritta e alla profondità di posa del tubo. Si deve evitare qualunque possibile movimentazione del terreno del letto. Se il sottofondo viene smosso per lavori non appropriati, il letto dello scavo deve essere livellato con materiale idoneo e deve essere compresso in modo omogeneo. Infine si devono preparare le nicchie per le giunzioni.

Il materiale da impiegarsi nella preparazione del letto di posa dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- assenza di componenti pietrosi di granulometria maggiore di 32 mm: per tubi di piccolo diametro si raccomanda una granulometria minore;
- essere stabile, comprimibile e sufficientemente portante:
- con una densità di 95 Proctor deve essere garantito un valore minimo del modulo di deformazione del suolo pari a 4 N/mmq.

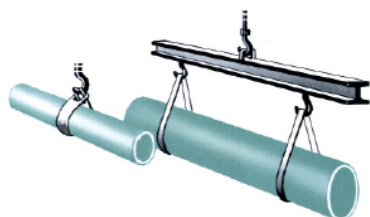
Con terreni soggetti a falda freatica si deve usare materiale di riempimento non fine: fino a DN 400 la granulometria deve essere di 8-16 mm e per diametri superiori a DN 500 deve essere di 16-32 mm. Lo spessore della zona del letto del tubo, in condizione compattata, deve essere di almeno 10 cm (più $0,1 \times DN$).

Per garantire la superficie d'appoggio del tubo (pari ad $1/6$ del perimetro) si deve provvedere al riempimento nell'interstizio sottostante il tubo mediante idonei costipatori (per esempio costipatori manuali o piccoli costipatori pneumatici). Il tubo deve essere a contatto con il letto sull'intera lunghezza, ad esclusione delle nicchie in corrispondenza dei giunti.



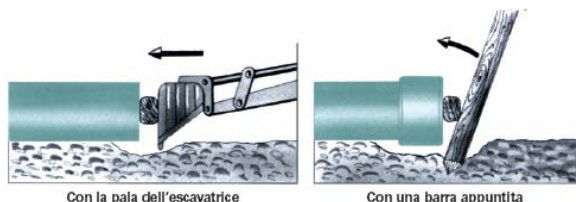
5.3 POSA DEI TUBI

La posa dei tubi nello scavo può essere effettuata manualmente, secondo le condizioni locali, fino a DN 500. Se è necessario impiegare mezzi di sollevamento, si raccomanda l'uso di cinghie (non cavi metallici) per non danneggiare i tubi. Le estremità dei tubi non devono, in nessun caso, essere danneggiate facendo uso di ganci.



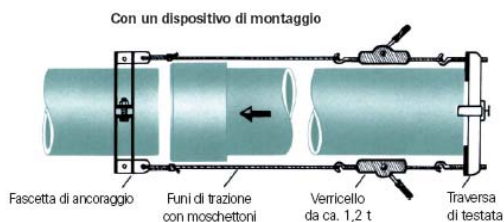
5.4 POSA DEI TUBI

La posa dei tubi nello scavo può essere effettuata manualmente, secondo le condizioni locali, fino a DN 500. Se è necessario impiegare mezzi di sollevamento, si raccomanda l'uso di cinghie (non cavi metallici) per non danneggiare i tubi. Le estremità dei tubi non devono, in nessun caso, essere danneggiate facendo uso di ganci.

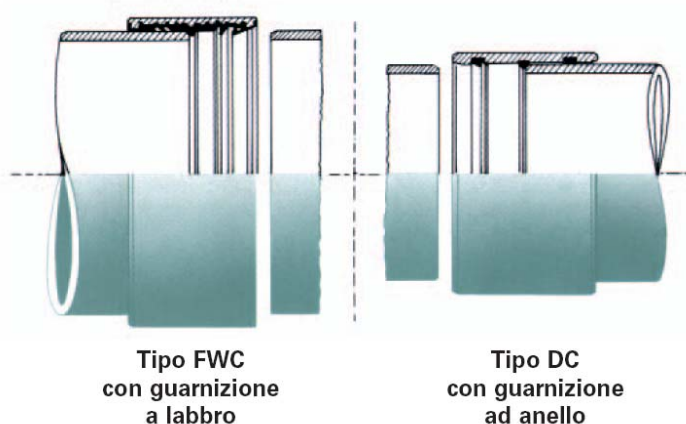


Con la pala dell'escavatrice

Con una barra appuntita



5.5 TIPI DI GIUNTO



Inizialmente si deve eseguire la giunzione in asse e solo in un secondo tempo si può effettuare l'angolazione. In funzione della pressione interna e dell'angolazione si dovrà provvedere ad idonei blocchi di ancoraggio (reggispinta in calcestruzzo).

5.6 DEVIAZIONI ANGOLARI SENZA TAGLIO TUBO

Si riportano le tabelle con l'indicazione, per le varie classi di pressione, e le lunghezze dei singoli elementi di tubazione, le massime deviazioni angolari che il sistema di giunti dei tubi rende possibile e conseguentemente il raggio di curvatura della linea ottenuto.

Tubazione: DN 1200 mm Pressione: da PN 1 a PN 20 (senza taglio)			
Angolo max (gradi)	Raggio (m) L=6m	Raggio (m) L=3m	Raggio (m) L=2m
0,5	688,00	343,80	229,20
1	343,80	171,90	114,60

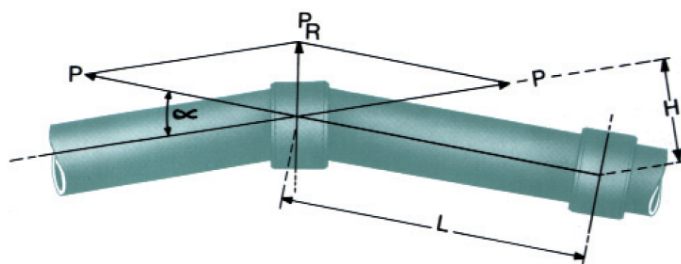
5.7 DEVIAZIONI ANGOLARI CON TAGLIO INCLINATO DEL TUBO

Si riportano le tabelle con l'indicazione, per le varie classi di pressione, e le lunghezze dei singoli elementi di tubazione, le massime deviazioni angolari che il sistema di giunti, previa l'esecuzione del taglio inclinato sull'estremità di uno dei due tubi da giuntare, rende possibile e conseguentemente il raggio di curvatura della linea ottenuto.

Tubazione: DN 1200 mm Pressione: da PN 1 a PN 6 (con taglio)			
Angolo max (gradi)	Raggio (m) L=6m	Raggio (m) L=3m	Raggio (m) L=2m
1,5	229,20	114,60	76,40
2	171,90	85,90	57,3
2,5	137,50	68,70	45,80
3	114,60	57,30	38,20

Tubazione: DN 1200 mm Pressione: da PN 10 a PN 20 (con taglio)			
Angolo max (gradi)	Raggio (m) L=6m	Raggio (m) L=3m	Raggio (m) L=2m
1,5	229,20	114,60	76,40
2	171,90	85,90	57,3
2,5	137,50	68,70	45,80

Angolazione nel giunto



5.8 MONTAGGIO DEI RACCORDI

In generale i raccordi possono essere accoppiati in modo analogo a quello usato per i tubi standard (per esempio con dei verricelli). Durante l'accoppiamento delle curve si deve porre particolare cautela nell'uso dell'escavatore, esercitando correttamente le forze necessarie all'accoppiamento delle curve stesse e, se necessario, usando attrezzature idonee.

Quando si montano raccordi, quali curve, derivazioni, riduzioni o simili, in funzione della loro forma e della pressione interna, vengono indotte delle forze ovvero delle spinte sul terreno. Esse devono essere annullate mediante blocchi di ancoraggio in calcestruzzo oppure mediante un'adeguata compressione del materiale di riempimento.

5.9 RIEMPIMENTO E COMPATTAZIONE

Con il rinfianco si produce una pressione laterale del terreno che viene a scaricarsi sulla tubazione. Il materiale del rinfianco deve essere sistemato uniformemente su entrambi i lati della tubazione e compresso, in strati di max. 30 cm di spessore, fino ad una altezza di 30 cm sulla generatrice superiore del tubo. Si deve costipare e comprimere contemporaneamente da entrambi i lati per evitare uno spostamento della tubazione. Nella zona superiore del tubo e nel rinfianco si devono impiegare leggeri costipatori a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,30 kN) oppure con un piano vibrante leggero (max. peso in esercizio 1 kN) con una adeguata profondità di compressione (vedere ONINORM B2538 parte 2).

Le caratteristiche del materiale di rinfianco sono:

- nessun componente deve avere una granulometria superiore a 50 mm;
- per tubi DN 200=600 mm, la granulometria massima deve essere di 32 mm;
- materiale stabile, comprimibile e sufficientemente portante;
- con una compattazione di 92 Proctor si deve garantire un valore minimo del modulo di deformazione di 3 N/rnmq.

5.10 RIEMPIMENTO DELLO SCAVO

Il riempimento deve essere effettuato in strati di idoneo spessore. Si deve prestare attenzione che non venga messa in pericolo la stabilità dei tubi e che venga effettuata una compressione regolare. Da 0,3 fino a 1,0 m di copertura sopra al tubo, è consentito l'uso di costipatori medi a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,6 kN) oppure di un piano vibrante (max. peso in esercizio 5 kN). Sono consentiti apparecchi di con pressione pesanti solo a partire da ca. 1 m di copertura sopra il tubo.

Si deve posare anche un nastro di segnalazione.

Durante le operazioni in cantiere si deve evitare di sottoporre la tubazione a carichi pesanti (usare idonee piastre per la ripartizione del carico sul terreno).

5.11 SCAVO ARMATO

Se per lo scavo fosse necessario l'utilizzo di sostegni laterali questi devono essere estratti via via che si avanza, in funzione del riempimento o della compattazione richiesta. Si devono evitare crolli e cedimenti dannosi del terreno che influenzano il carico sopra il tubo.

Quando si sfilano i sostegni, si deve fare attenzione che non venga alterata la compattazione del materiale di riempimento, in modo che vi sia un buon legame con il terreno originario lungo le pareti dello scavo.

5.12 TUBI DI COLLEGAMENTO

I tubi possono essere tagliati a misura in cantiere mediante una mola per il taglio della pietra. Dopo aver smussato le estremità può essere montato il giunto con l'impiego di lubrificanti e senza alcuna finitura ulteriore dei tubi (non è necessario alcun processo di calibratura o simile).

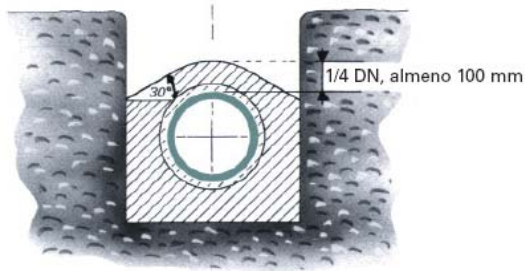
6. POSA FUORI TERRA

La distanza dei sostegni di posa dovrebbe essere di regola 3 m (per piccoli diametri e tubi sotto pressione 2 m) in conformità al calcolo statico. Per la progettazione delle selle di appoggio nella maggioranza dei casi sono sufficienti un angolo di appoggio di 120° ed una larghezza della sella di 20 cm; va comunque effettuata una valutazione specifica che tenga conto delle spinte assiali e trasversali.

7. RIVESTIMENTO IN CALCESTRUZZO

Tutte le classi di tubi sono idonee al rivestimento in calcestruzzo. I tubi della classe "B" (SN 625 N/mq) sono stati progettati esclusivamente per l'annegamento nel calcestruzzo.

Prima si effettua la posa dei tubi, come precedentemente indicato, e successivamente, per evitare il galleggiamento del tubo stesso, si deve fissare ogni tubo al fondo del letto (con tre ancoraggi di filo di ferro o nastro metallico per tubo). Le fessure tra il tubo ed il giunto (tipo DC) devono essere coperte con mastice plastico, prima che il tubo venga ricoperto dal cemento. Il calcestruzzo deve essere gettato in modo uniforme in più strati regolari ed in modo ben compattato. Non usare legno per l'appoggio.



8. PROVA IDROSTATICA

La prova idrostatica può essere effettuata solo dopo la completa e regolare posa della tubazione. Prima della prova la tubazione deve essere riempita d'acqua. Infine si può applicare, per un determinato tempo, una pressione (massima pressione = 1,5 volte quella di esercizio del tubo; massima durata della prova in pressione = 1 ora; vedere ONORM B 2538-parte 2). I tappi di chiusura devono essere puntellati con cura in modo da assorbire tutte le forze di spinta possibili.

Si esegue inoltre una prova idraulica con pressione idraulica = 1,2 volte quella idrostatica per una durata non inferiore a 24 ore.

Art. 54

Movimentazione e posa delle tubazioni

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 il D.M. 12 dicembre 1982, 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 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.

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 d'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.

3. Scavo per la tubazione

a) Apertura della pista

Per la posa in opera della tubazione l'Impresa 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.

b) 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 $DN + 40$ cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 50 cm.

Quando la natura del terreno lo richieda dovrà essere adottato 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 dal Direttore 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'Impresa 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 del Direttore dei lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

4. Posa della tubazione

a) 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.

b) 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 dal Direttore 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 $20 \div 40$ mm, applicato in fase di posa della condotta.

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.

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 dal Direttore 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.

E' 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'Impresa.

c) 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 dal Direttore 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.

d) 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. E' 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. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro (vedi art. 68.3, paragrafo 2.4) 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.

e) 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 del Direttore 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.

f) Giunzioni dei tubi

Verificati 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. 55

Attraversamenti e parallelismi

1. *Norme da osservare*

Nei casi d'interferenza (attraversamenti, parallelismi) di condotte di acqua potabile sotto pressione (acquedotti) o di fogna con le ferrovie dello Stato ovvero con ferrovie, tramvie e filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti simili, concessi o in gestione governativa, eserciti sotto il controllo della Direzione generale della motorizzazione civile e trasporti in concessione, saranno osservate le Norme vigenti ed in particolare le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971.

2. *Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade*

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

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

Negli attraversamenti di corsi d'acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovra passaggio 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 di scarico.

Gli attraversamenti ferroviari - per i quali vanno comunque scrupolosamente osservate le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971 - devono essere sempre eseguiti in cunicolo, possibilmente ispezionabile, avente lunghezza almeno uguale alla larghezza della piattaforma ferroviaria; alle estremità del cunicolo, prima e dopo l'attraversamento deve essere predisposto un pozzetto contenente una saracinesca di intercettazione ed una derivazione per scarico.

Anche 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. Le saracinesche di intercettazione verranno poste in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta.

Le condotte contenute in tubi-guaina (p.e., negli attraversamenti stradali e ferroviari) 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.

3. *Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati*

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, 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; nell'eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (p.e. 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 (p.e. 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.

4. *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 (p.e. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento.

5. Sostegni per condotte aeree

Fra la tubazione e le sellette d'appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (p.e. 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. 56

Prova idraulica della condotta

1. Puntellamenti ed ancoraggi per la prova

Prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfilanco 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 mc 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 dal Direttore dei lavori in corso d'opera.

L'Impresa è tenuta a porre particolare attenzione nelle operazioni di rinterro in corrispondenza di curve (in presenza o meno di blocchi in calcestruzzo) costipando bene il terreno tutto attorno alle curve stesse, in modo tale da assicurare la opportuna resistenza laterale, anche provvedendo al riempimento dei cavi con sabbia.

2. Tronchi di condotta - Preparazione della prova

La condotta verrà sottoposta a prova idraulica per tronchi via via completati, della lunghezza ognuno di circa 500 m, salvo diverso ordine della Direzione dei Lavori..

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'Impresa 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.

Il Direttore 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'Impresa 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 del Direttore dei lavori.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatacchiature 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.

3. 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.

Il Direttore 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.

4. 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".

5. 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.

6. 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 il Direttore dei lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, il Direttore dei lavori, in contraddittorio con l'Impresa, 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 (ved. art. 66.1), 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'Impresa, 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 il Direttore dei lavori redigerà "verbale di prova idraulica", verrà completato il rinterro.

Art. 57

Rinterro

1. 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 del caso.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato 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 del Direttore 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.

2. 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 66.1., 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.

3. Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto 2.

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 innaffiature 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'Impresa, 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. 58

Costruzione delle condotte di acciaio (acquedotti)

1. 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.

2. 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.

3. 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 omologati secondo le tabelle UNI 5132.

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, dal Direttore 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 $40 \div 80^{\circ}\text{C}$.

Il preriscaldamento si rende necessario se la temperatura ambiente è inferiore a $+ 5^{\circ}\text{C}$ 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 secondo le specifiche seguenti, per i procedimenti e gli elettrodi per i quali hanno conseguito la qualifica:

- per la saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, secondo le norme UNI 4633 (Classificazione e qualifica dei saldatori elettrici per tubazioni d'acciaio dolce o a bassa lega);
- per la saldatura ossiacetilenica, secondo le norme UNI 5770 (Classificazione e qualifica dei saldatori ossiacetilenici).

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

4. Prova idraulica

La pressione di prova idraulica delle condotte di acciaio sarà pari a 10 kgf/cm² 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 il Direttore dei lavori.

Per le tubazioni con giunti saldati l'Impresa ha la facoltà, previa autorizzazione del Direttore 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'Impresa potrà rivestire i giunti anche prima di collocare i tubi nello scavo. Seguiranno il rinterro e la prova idraulica di cui ai precedenti articoli.

Art. 59

Costruzione delle condotte di ghisa (acquedotti)

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.

2. Taglio dei tubi

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.

3. 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

4. Giunzione dei tubi di ghisa sferoidale

La deviazione angolare consentita, sia per i tubi con giunto rapido 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.

a). Con giunto automatico (RAPIDO)

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.

In sostituzione della apposita pasta si può usare solo vasellina industriale, con esclusione di altri lubrificanti quali grassi e oli minerali, vernici, ecc.

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 1.1, la superficie interna conica della guarnizione.

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 $5 \div 10$ mm.

Si lubrifica con la pasta l'estremità liscia del tubo limitatamente al tratto da imboccare.

Si imbecca 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.

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.

Agendo sulla leva dell'apparecchio, si introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede di cui al punto 4. 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 migliorarlo, mediante mola o lima, la geometria della smussatura.

b). Con giunto meccanico

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.

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.

Si imbecca 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; poichè, 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.

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 nè fuoriuscite.

Si fa scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

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.

5. Prova idraulica

Le condotte di ghisa saranno sottoposte nei singoli tronchi, sia nella prima che nella seconda prova, ad una pressione superiore di almeno 5 bar alla pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato, o comunque alla pressione richiesta dal Direttore dei Lavori. Le due prove avranno la durata rispettivamente di otto e di quattro ore.

Art. 60
Costruzione delle condotte di PVC (acquedotti e fognature)

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.

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 (perchè aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi).

a) 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 imbragature 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 adagieranno 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.

b) 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.

c). 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.

d) 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 ammassarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

3. Posa in opera e rinterro

a) 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.

b) 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.

c) 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 rinfiato 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 rinfiato 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.

4. Pozzetti, giunzioni e prova delle condotte in PVC per acquedotto

a) 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.

b) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni di PVC per acquedotti saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto stabilito, con le seguenti modalità.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

c) 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 perchè 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 2898, oppure calibrare opportunamente al tornio tubi di acciaio senza saldatura di cui alla norma UNI 4991, scegliendo in ogni caso i diametri adatti.

Al tronchetto verrà poi saldata una flangia UNI 2223 avente dimensioni opportune, oppure una flangia cieca secondo UNI 6093.

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.

d). 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.

5. Pozzetti, giunzioni, prova e collaudo delle condotte in PVC per fognatura

a) 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.

b) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità:

- 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.

- 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.

c) 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 poliesteri o con altri materiali a freddo.

Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

d) 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, il Direttore 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%.

e) 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 diametrica; questa deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073 riportati nella seguente tabella.

=====				
!		!	Deformazione diametrica delta D/D	!
!	Tipo	!	-----	!
!	UNI	!	dopo 1 + 3 mesi	!
!		!	dopo 2 anni	!
!		!	-----	!
!		!	5% medio	!
!	303/1	!	8% max. locale	!
!		!	10% max.	!
!		!	-----	!
!	303/2	!	5% max	!
!		!	8% max.	!
=====				

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. 61
Costruzione delle condotte in PEAD (acquedotti e fognature)

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.

2. Movimentazione

a) Trasporto

Nel trasporto dei tubi in PEAD i piani d'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 imbragature 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.

b) 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.

c) 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.

d) 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 ammassarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

3. Posa in opera e rinterro

a) 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 dal Direttore 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.

b) 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 10 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 10 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

c) Posa della tubazione

L'assiemaggio 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.

Nel caso di giunzioni in trincea bisognerà trattare i terminali fuori terra proteggendoli poi con sacchetti di polietilene quando vengono calati nello scavo

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

Dovranno essere posati in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione: il nastro segnalatore deve avere anima metallica e deve essere garantita la continuità elettrica tra cameretta e cameretta d'ispezione.

d) 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 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare.

4. Giunzioni e collegamenti

a) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PEAD saranno di norma eseguite, salvo diversa indicazione da parte della Direzione Lavori, per elettrofusione mediante raccordi elettrosaldabili conformi alla UNI 8850+ FA1;

- 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

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.

Dovranno essere utilizzati posizionatori tubo/raccordo che possono bloccare i tubi da d=20 a d=250

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.

Il completo raffreddamento è avvenuto quando il sistema tubo/raccordo è freddo al tatto ed il tempo di raffreddamento è indicato sul raccordo.

I raccordi dovranno essere forniti in buste elettrosaldate.

Tensione di saldatura 40Volts nominali max.

Spinotti di callettamento: di sicurezza

I raccordi devono essere dotati di spire elettriche quindi saldabili in un unico ciclo di fusione; devono essere inoltre dotati di sistema di autoriconoscimento del tempo di saldatura specifico sia per tipologia che diametro per essere saldate in automatico da elettrosaldatrici monovalenti.

Qualora su espressa indicazione della Direzione Lavori, si utilizzassero differenti modalità di giunzione, queste dovranno corrispondere ai seguenti requisiti.

- 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).

- Saldatura per polifusione nel bicchiere

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (v. norma UNI 7612).

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 $250 \pm 10^\circ\text{C}$.

- Saldatura testa a testa

E' 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.

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarietà 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.

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 $200 \pm 10^\circ\text{C}$;
- 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 $0,5 \text{ kgf/cm}^2$).

- 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 graffiaggio sull'esterno del tubo.

- 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.

b) 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, amianto cemento, 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.

5. Ancoraggi e prova delle condotte in PEAD per acquedotto

Eseguiti i necessari ancoraggi secondo le prescrizioni del Direttore 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. Pozzetti e prova idraulica delle condotte in PEAD per fognatura

I pozzetti d'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. 62

Costruzione delle condotte di gres (fognature)

1. 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 trascinarsi 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.

2. Posa e giunzione - Prova e rinterro

a) 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.

b) 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.

c) 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.

d) Si procederà al rinterro parziale completando anche il letto di posa, con il materiale già usato, in corrispondenza alle nicchie precedentemente lasciate per l'allontamento dei bicchieri e per l'esecuzione dei giunti, lasciando però questi scoperti.

Lo strato immediatamente sopra al tubo ed il rinfiacco devono essere formati con materie prive di elementi aventi diametro maggiore di 20 mm ed eseguiti a mano.

e) 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 il Direttore 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 mq di superficie bagnata.

Si eseguirà infine il completo rinterro del tronco provato.

CAPO 6 – MISURE E CONTABILITA'

Art. 63

Generalità - lavori in economia - materiali a pie' d'opera

1. Per tutte le opere dell'appalto, le varie quantità di lavoro saranno determinate - a seconda di quanto è previsto - con misure geometriche oppure a numero o a peso o a corpo, escluso ogni altro metodo.

Sull'accertamento, misurazione e contabilità dei lavori si applicano le disposizioni degli artt. 36 a 65 e 75 a 90 del Regolamento oo.pp.

In particolare l'Impresa interverrà, a richiesta del Direttore dei lavori, alle operazioni di misurazione, ed anche di controllo, che questi ritenesse opportune; ed assumerà l'iniziativa per avvertire il Direttore dei lavori della necessità di procedere alle misurazioni di lavori che diversamente, con il loro procedere, non potrebbero più essere rilevate.

Le misure saranno prese in contraddittorio via via che i lavori vengono eseguiti e riportate in appositi libretti per misure del cantiere. Verranno quindi registrate dal Direttore dei lavori nel Libretto delle misure, integrate dagli eventuali relativi disegni che potranno essere tracciati nella colonna "Annotazioni" dello stesso libretto oppure, per dimensioni maggiori, a parte, anch'essi firmati dall'Impresa così come il Libretto delle misure, del quale saranno considerati come allegati e nel quale saranno richiamati.

2. Per i lavori in economia - che saranno contabilizzati con liste mensili - il noleggio di mezzi di trasporto, macchine ed attrezzatura sarà computato soltanto per le ore di effettivo lavoro. Alla contabilizzazione dei materiali a piè d'opera si procederà soltanto per le provviste dei materiali che l'Impresa è tenuta a fare a richiesta del Direttore dei lavori; i materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio o di rescissione coattiva o di scioglimento di contratto; i materiali da accreditare nei pagamenti in acconto; le provviste a piè d'opera che l'Amministrazione rilevasse, quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

Art. 64 **Scavi**

a) Scavi in genere

Oltre che per gli obblighi particolari stabiliti nel presente articolo, con i prezzi di Elenco per gli scavi in genere l'Impresa deve ritenere compensata per tutti gli oneri che essa dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazioni 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 a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro all'ingiro delle murature, attorno e sopra le condotte d'acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbatacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, compresi 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 passati, attraversamenti, ecc.
- per ogni altra prestazione ed onere necessari per l'esecuzione completa degli scavi.

b) Scavi di sbancamento

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Impresa all'atto della consegna e all'atto della misurazione.

c) Scavi di fondazione

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 col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con 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 i 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 d'Elenco.

d) Scavi in trincea per la posa della tubazione

Le misure degli scavi in trincea per la posa della tubazione - come caso particolare degli scavi di fondazione - saranno rilevati per tratti in ciascuno dei quali l'andamento del terreno abbia una certa uniformità.

Per ogni tratto la lunghezza verrà misurata in orizzontale fra le sezioni verticali dei due estremi.

La profondità H sarà misurata, nelle due suddette sezioni, fra il punto medio del fondo dello scavo ed il punto d'intersezione della verticale tirata da tale punto medio con la retta congiungente gli estremi del ciglio del piano di campagna rimasto dopo lo scavo; potrà anche non essere misurata e ricavarsi dai profili longitudinali esecutivi, se questi sono stati fedelmente rispettati nell'esecuzione degli scavi.

La larghezza dello scavo L non sarà di norma misurata e sarà contabilizzata - sempre riferita ad uno scavo a pareti verticali, anche se è stato eseguito con pareti a scarpa - secondo misure predeterminate per ogni valore dei diametri nominali della tubazione di qualsiasi tipo che vi è stata posata, come indicato nei disegni di progetto (sezioni tipo scavo), tranne che per diversa disposizione del Direttore dei lavori.

Quando gli scavi si devono eseguire con l'impiego di armature (casseri, ecc.) alle larghezze di cui sopra saranno aggiunti 10 cm per i tratti armati.

I volumi di scavo saranno ottenuti, per ogni tratto, moltiplicando la lunghezza del tratto per la media aritmetica delle aree, determinate in base alla profondità ed alla larghezza misurate come sopra detto, delle sezioni estreme del tratto.

e) Scavi subacquei

I sovrapprezzi per scavi subacquei in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione saranno pagati a metro cubo con le norme e modalità prescritte nel presente articolo, lett. c), e per zone successive a partire dal piano orizzontale a quota 0,20 m sotto il livello normale delle acque nei cavi, procedendo verso il basso. I prezzi di elenco sono applicabili anche per questi scavi unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo ricadenti in ciascuna zona, compresa fra il piano superiore e il piano immediatamente inferiore che delimitano la zona stessa, come è indicato nell'Elenco prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo eseguito entro ciascuna zona risulterà definita dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione del corrispondente prezzo di Elenco.

Nel caso che l'Amministrazione si avvalga della facoltà di eseguire in economia gli esaurimenti e prosciugamenti dei cavi, pagando a parte questo lavoro, lo scavo entro i cavi così prosciugati verrà pagato come gli scavi di fondazione all'asciutto od in presenza d'acqua, applicando i prezzi relativi a questi scavi per ciascuna zona, a partire quindi in questo caso dal piano di sbancamento.

Art. 65

Disfacimenti di pavimentazioni stradali

I disfacimenti e le demolizioni delle ossature e delle pavimentazioni stradali di qualsiasi genere, anche in presenza di traffico, eseguiti con i sottostanti scavi per la condotta, saranno considerati come parti di questi scavi e compensati con i prezzi di Elenco dello scavo per la posa delle tubazioni.

Quando si eseguono tali lavori, la profondità H dello scavo per la condotta sarà misurata a partire dal piano di calpestio della superficie della sede stradale.

Art. 66

Paratie e casseri in legname

Saranno valutati per la loro superficie effettiva e nel relativo prezzo di elenco s'intende compensata ogni fornitura occorrente di legname, ferramenta, ecc., ed ogni sfrido relativo, ogni spesa per la lavorazione e apprestamento, per collocamento in opera di longarine o filagne di collegamento, infissione di pali, tavoloni o palancole, per rimozioni, perdite, guasti e per ogni altro lavoro, nessuno escluso od eccettuato, occorrente per dare le opere complete ed idonee all'uso.

Art. 67

Demolizioni di muratura

Per la demolizione delle murature si applicheranno al loro volume effettivo i prezzi d'elenco che comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi relativi ed in particolare la scelta, l'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali.

I materiali utilizzabili che, ai sensi del suddetto articolo, dovessero venire reimpiegati dall'Impresa a semplice richiesta del Direttore dei lavori, verranno addebitati all'Impresa stessa, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali che essa avrebbe dovuto provvedere e cioè allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco, ovvero, mancando esso, al prezzo commerciale, dedotto in ambedue i casi il ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto perciò dall'importo dei lavori, in conformità a quanto dispone l'art. 40 del Capitolato generale.

Art. 68 **Rinterri e rilevati**

a) Rinterro del cavo della condotta

L'onere del rinterro del cavo delle tubazioni, completo nelle sue varie fasi (rinfilanco, rinterro parziale, rinterro definitivo), qualora venga effettuato con materiale proveniente dagli scavi, è già incluso nell'onere dello scavo.

Qualora il rinterro sia realizzato con materiale proveniente da cava o con materiale proveniente dagli scavi opportunamente vagliato, in questo caso il volume del rinterro da contabilizzare con la relativa voce d'Elenco prezzi (sovrapprezzo allo scavo..) sarà ottenuto moltiplicando la base convenzionale per l'altezza del materiale vagliato (risultante dalle sezioni tipo) deducendo i seguenti volumi volume occupato dal letto di posa, volume tubo (il cui volume sarà calcolato senza tenere conto dei bicchieri, moltiplicando cioè la lunghezza per la sezione esterna del tubo).

Qualora il rinterro, su ordine della dizione lavori, venisse totalmente eseguito con materiale proveniente da cava o con materiale proveniente dagli scavi opportunamente vagliato, il volume del rinterro da contabilizzare con la relativa voce d'Elenco prezzi (sovrapprezzo allo scavo..) sarà ottenuto moltiplicando la base convenzionale per l'altezza deducendo i seguenti volumi: volume occupato dal letto di posa, volume tubo (il cui volume sarà calcolato senza tenere conto dei bicchieri, moltiplicando cioè la lunghezza per la sezione esterna del tubo), il sottofondo e la pavimentazione stradale.

b) Rilevati e rinterri

Per i rilevati e rinterri da addossare alle murature dei manufatti e di qualsiasi altra opera si dovranno sempre impiegare terreni sciolti sabbiosi o ghiaiosi, di opportuna granulometria ed approvati dal Direttore dei lavori, restando in modo assoluto vietato l'impiego di quelli argillosi ed in generale di tutti quelli che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte. Nella formazione di detti rilevati dovrà essere posta ogni diligenza perchè la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le terre con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

I terrapieni saranno addossati alle murature solo dopo che queste abbiano raggiunto la completa stagionatura, salvo diversa disposizione del Direttore dei lavori.

Art. 69 **Ritombamento condotta con calcestruzzo**

Ai fini contabili il volume da calcolarsi per il calcestruzzo di ritombamento della condotta, viene valutato secondo la sezione convenzionale di scavo, con pareti verticali, moltiplicando la base, per l'altezza prevista per il ritombamento, e con la detrazione del volume della tubazione.

Art. 70 **Murature**

a) Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo della muratura, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m rimanendo per questi ultimi, all'Impresa, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonchè di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa. Nei prezzi delle murature di qualsiasi specie, 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 da 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.

b) Murature con pietrame dell'Amministrazione

Nei prezzi unitari di Elenco di tutte le categorie di lavoro per le quali s'impiegano materiali di proprietà dell'Amministrazione (non ceduti all'Impresa), s'intende compreso ogni onere per trasporto, ripulitura, adattamento e posa in opera dei materiali stessi.

Le murature eseguite con materiali ceduti all'Impresa saranno valutate con i prezzi delle murature in pietrame fornito dall'Impresa, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni onere per trasporto, lavorazione, pulitura, messa in opera, ecc., del pietrame ceduto.

c) Murature di mattoni

Le murature di mattoni si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore ad 1 mq.

d) Pavimenti di faccia vista

I prezzi stabiliti in Elenco per la lavorazione delle facce viste che siano da pagare separatamente dalle murature, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti da pietra da taglio od artificiale.

Semprechè non sia diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame (calcestruzzi, conglomerati, ecc., nei quali casi si applicheranno prezzi separati per il nucleo e per il paramento), tutte le murature saranno valutate applicando al loro volume complessivo il prezzo che compete alla muratura greggia, ed alle superfici delle facce viste lavorate i sovrapprezzi stabiliti secondo le specie di paramento prescritto ed eseguito.

Art. 71**Gabbionate e mantellate**

I gabbioni metallici riempiti di pietrame saranno pagati secondo il volume effettivo comprendendo nel prezzo oltre alla gabbia di rete ed al riempimento con pietrame, questo compreso, le legature interne ed esterne e gli ancoraggi al terreno nonchè tutti i ponteggi e le altre opere provvisorie necessarie per la corretta posa in opera secondo le istruzioni del Direttore dei lavori.

Le mantellate di rete metallica riempite di pietrame, compresa la fornitura di tutto il materiale, saranno pagate a metro quadrato di superficie esposta, spessori in vista esclusi, ed il prezzo comprenderà tutti gli oneri accennati al comma precedente.

Art. 72**Conglomerati e solai****a) Calcestruzzi e smalti**

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e gli smalti costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorchè inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo d'esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi, oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri di cui all'art. 51.

b) Conglomerato cementizio armato

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

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), 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 di cui all'art. 51, nonchè la posa in opera, semprechè non sia pagata a parte.

Nei prezzi di elenco dei conglomerati armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature di sostegno in legname di ogni sorta, grandi o piccole, i parchi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in cemento armato dovrà essere costruita, nonchè la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata, il getto e sua pestonatura.

Art. 73

Intonaci

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici 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 soffitti e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, e pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se non 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, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore maggiore 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 mq valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o 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.

L'intonaco dei pozzetti d'ispezione per acquedotti e fognature sarà valutato per la superficie delle pareti senza detrarre la superficie di sbocco ed imbocco delle condotte, in compenso delle profilature e dell'intonaco sulle grossezze dei muri.

Art. 74

Tinteggiature, coloriture e verniciature

Le tinteggiature, coloriture e verniciature saranno misurate in generale con le stesse norme stabilite per gli intonaci.

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 delle opere in ferro si osserveranno le norme seguenti:

- a) per le opere in ferro semplici, quali finestre grandi a vetrate, saranno computati tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- b) per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata una volta l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente.

Art. 75

Lavori in ferro

Tutti i lavori in ferro saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo del ferro stesso a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della sua posa in opera, con pesatura fatta in contraddittorio ed a spese dell'Impresa, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

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

Sono pure compresi e compensati:

- l'esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, le impiombature e suggellature, le malte ed il cemento, nonchè la fornitura del piombo per le impiombature;
- gli oneri e spese derivanti da tutte le norme e prescrizioni;
- la coloritura con minio ed olio cotto, il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso e tutto quanto è necessario per dare i lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione ed ogni sfrido, è compreso l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro e la posa in opera dell'armatura stessa.

Art. 76

Tubazioni ed apparecchiature idrauliche

La contabilizzazione dei lavori di fornitura e posa in opera delle tubazioni verrà effettuata per la lunghezza - misurata lungo l'asse - della successione continua degli elementi costituenti la condotta, come risulta dopo la posa in opera e la giunzione delle tubazioni, senza tenere conto delle sovrapposizioni e delle compenetrazioni. Soltanto le condotte pensili in acciaio verranno compensate a peso.

Dallo sviluppo dell'asse della condotta dovrà detrarsi la lunghezza delle apparecchiature (saracinesche, venturimetri, contatori, ecc.) e di tutte quelle parti e pezzi speciali, la cui fornitura e/o posa in opera è compensata con prezzi a parte, salvo che non sia diversamente stabilito nella relativa voce del prezzo unitario di Elenco.

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

I prezzi di Elenco relativi alla fornitura e/o posa in opera delle tubazioni comprendono e compensano:

- tutte le forniture dei tubi completi degli elementi di giunzione (elettrodi, manicotti, anelli di gomma, guarnizioni, bulloni, ecc.) e dei pezzi speciali, ad eccezione delle esclusioni espressamente indicate nelle voci di Elenco prezzi;
- il carico sui mezzi di trasporto, il trasporto e lo scarico a piè d'opera; gli eventuali depositi provvisori, le relative spese di guardiania e di ripresa delle tubazioni; gli oneri per la buona conservazione dei tubi e degli eventuali rivestimenti;
- le riparazioni e il rifacimento dei rivestimenti dei tubi che presentassero lesioni od abrasioni;
- la formazione del letto di posa, con materiale e negli spessori prescritti compresa la fornitura del materiale stesso;
- il calo nella fossa, l'esecuzione delle giunzioni, quale che sia il loro numero, compresa la fornitura del materiale di ristagno (anelli di gomma, ecc.), di apporto (elettrodi ecc.), dei bulloni, delle guarnizioni, delle flange, del grasso, del minio, del bitume, dell'energia elettrica, sia derivata da linee di distribuzione che prodotta in sito, dell'acetilene, dell'ossigeno, ecc.;
- ogni onere per la posa anche in presenza di acqua sotto qualsiasi battente, previo relativo aggettamento;
- il ripristino della continuità del rivestimento protettivo e delle verniciature per le tratte pensili, in corrispondenza delle giunzioni e delle zone limitrofe;
- le prove idrauliche, anche ripetute, a cavi mantenuti liberi da acqua, sia a giunti scoperti che a condotta completamente interrata, con fornitura di acqua prelevata e trasportata da qualsiasi distanza, con qualsiasi mezzo ed in qualsiasi stagione;
- la fornitura e posa in opera di tutti i pezzi speciali e dei giunti che si rendessero necessari a causa dell'ordine di posa delle condotte e delle apparecchiature, ovvero per interventi di riparazione o di modifica conseguenti ad errori di montaggio, a rotture in prova o nel periodo di garanzia;
- il cavallottamento, eseguito con costipamento di terra a regola d'arte, per una lunghezza pari a 1/3 dell'elemento, portato al piano di campagna;
- l'esecuzione di posa e montaggio da parte di operai specializzati.

Nel caso di sola posa in opera di tubi di qualsiasi genere, valgono le norme di cui sopra, specificate per ogni tipo di tubo, ad eccezione di quelle relative alla fornitura dei tubi stessi.

I prezzi di Elenco relativi alla fornitura e/o alla posa in opera di apparecchiature idrauliche in genere comprendono tutti gli oneri per esse specificati e saranno applicati, a seconda del tipo di apparecchiatura, ad unità o a centimetro di diametro nominale o a chilogrammo.