

COMUNE DI STRESA (VB)



**ACQUA
NOVARA.VCO**
S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu

TITOLO COMMESSA:

SOSTITUZIONE E RIPERFORAZIONE DEL POZZO CARCIANO IN COMUNE DI STRESA (VB)

OGGETTO:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:
DEFINITIVO

Data Rev. N° 0:
OTTOBRE 2021

Rev. N°	Modifiche	Data
1	AGGIORNAMENTO	08/2023
2	AGGIORNAMENTO	05/2024
3	-	-/-/-
4	-	-/-/-

Rif. N° Commessa:
Y21M-10040692

CUP:
D67H21002890005

RUP:
Ing. Giuseppe Caranti

PROPRIETA' RISERVATA
QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO
A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.

I Progettisti: **Ing. Giovanni Battista Peduzzi**

Mandataria

ETATEC
STUDIO PAOLETTI

Mandanti

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI



FABRIZIO MONZA
ARCHITETTO

Dott.ssa SILVANA CLERICI

Dott. MASSIMO SARTORELLI

Elaborato N°:

04.0



Comune di Stresa

SOSTITUZIONE E RIPERFORAZIONE DEL POZZO CARCIANO, IN COMUNE DI STRESA (VB)
PROGETTO DEFINITIVO

NORME TECNICHE

ART. II.1	MERCEDI, NOLI, TRASPORTI
ART. II.2	MATERIALI
ART. II.3	SCAVI
ART. II.4	DISBOSCAMENTO
ART. II.5	DEMOLIZIONI
ART. II.6	RINTERRI – RILEVATI
ART. II.7	CALCESTRUZZO
ART. II.8	CASSERI
ART. II.9	FERRO D'ARMATURA
ART. II.10	VESPAI
ART. II.11	SOTTOFONDI
ART. II.12	TUBAZIONI IN PVC
ART. II.14	TUBAZIONI IN ACCIAIO
ART. II.16	TUBAZIONI IN PEAD
ART. II.19	POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI
ART. II.20	MANUFATTI PER ACQUEDOTTO: CAMERETTE E CHIUSINI
ART. II.21	MANUFATTI PER FOGNATURE: CAMERETTE E CHIUSINI
ART. II.22	APPARECCHIATURE IDRAULICHE
ART. II.23	RIPRISTINO DI PAVIMENTAZIONI STRADALI E MARCIAPIEDI
ART. II.28	IMPERMEABILIZZAZIONE E PROVE DI TENUTA SERBATOI
ART. II.30	OPERE DI CARPENTERIA METALLICA
ART. II.32	SERRAMENTI
ART. II.35	SISTEMAZIONI A VERDE
ART. II.37	MANUTENZIONE ALVEI
ART. II.39	SCOGLIERE E RIVESTIMENTI IN PIETRAME
ART. II.44	MACCHINARI IDRAULICI IN GENERE
ART. II.53	FORMAZIONE DI POZZI PER ACQUA POTABILE

ART. II-1 MERCEDI, NOLI, TRASPORTI**1.1 GENERALITÀ**

Le prestazioni di lavori a constatazione saranno del tutto eccezionali e potranno verificarsi solo per lavori del tutto secondari, in ogni caso non verranno riconosciuti e compensati se non corrisponderanno ad un preciso ordine preventivo scritto dalla Direzione Lavori. La liquidazione avverrà mediante applicazione dei prezzi dell'apposito articolo di Elenco Prezzi previo ribasso d'asta.

1.2 MANO D'OPERA

Gli operai per i lavori a constatazione dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e muniti degli attrezzi necessari, dovranno inoltre risultare perfettamente in regola con le norme vigenti riguardanti le Assicurazioni Sociali, Malattia, Infortuni . I prezzi della mano d'opera sono comprensivi del prezzo base contrattuale e di tutti gli oneri sociali di cui sopra, oltre che delle spese generali ed utili dell'Impresa.

1.3 NOLEGGI

Nei prezzi di noleggio si intendono comprese e compensate le spese di carico, scarico e trasporto al e dal cantiere all'inizio ed al termine del nolo.

Il montaggio e lo smontaggio sono compresi nel prezzo.

Per il nolo di automezzi, nel costo del nolo sono comprese tutte le forniture complementari (carburante, lubrificante, grasso, stracci, ecc..) nonché le prestazioni dell'autista.

Nei prezzi di noleggio dei macchinari, questi si intendono sempre forniti a nolo in condizioni di perfetta efficienza e con eventuale operatore.

ART. II-2 MATERIALI FORNITI A PIE' D'OPERA

I materiali e le apparecchiature da impiegare devono tutti soddisfare ai requisiti prescritti dalle Leggi e indicati o richiamati nel presente Capitolato e nell'Elenco Prezzi riportato nel Contratto, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio ed essere di completo gradimento della Direzione Lavori.

L'Appaltatore, su richiesta di quest'ultima, ha l'obbligo di prestarsi in ogni tempo a sottoporre i materiali e le apparecchiature impiegati e da impiegarsi alle prove normali e regolamentari ed a quelle che prescriverà la Direzione Lavori per l'accertamento della loro qualità, resistenza e affidabilità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di rifiutare i materiali e le apparecchiature che non ritenesse rispondenti alle norme indicate o richiamate nel presente Capitolato o giudicasse inadatti alla buona riuscita dei lavori.

L'accettazione in cantiere di qualsiasi materiale o apparecchiatura non pregiudica alla Direzione Lavori il diritto di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera e fino ad approvazione del collaudo, i materiali, le apparecchiature ed i lavori in genere che ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali.

I materiali, le apparecchiature ed i lavori in genere rifiutati dovranno essere rispettivamente allontanati o rifatti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la Direzione Lavori, a cura e spese dell'Appaltatore.

Non ottemperando l'Appaltatore a tali disposizioni, si procederà d'ufficio a tutte spese dell'Appaltatore stesso, e delle stesse verrà fatta immediata detrazione sulla contabilità dei lavori.

In mancanza di una idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste, o di una normativa specifica di Capitolato, è riservato alla Direzione dei Lavori il diritto di dettare norme di prove alternative o complementari.

Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale; in tale sede l'Appaltatore ha facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

In mancanza di una speciale normativa di Legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

In ogni caso tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore, salvo nei casi in cui siano dal presente Capitolato espressamente prescritti criteri diversi. Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno corrispondere per dimensioni, peso, numero, qualità, specie e lavorazione, ed eventuale provenienza, alle indicazioni del presente Capitolato Speciale e dell'Elenco Prezzi riportato nel contratto.

I prezzi dei materiali e delle apparecchiature si intendono per materiali ed apparecchi sdoganati resi franco magazzino cantiere e comprendono quote per spese generali ed utili dell'Impresa.

Le quote si intendono sempre riferite a materiali di ottima qualità rispondenti alle caratteristiche specificate ed approvate dalla Direzione Lavori.

ART. II-3 SCAVI**3.1 GENERALITÀ**

Prima dell'inizio degli scavi l'Appaltatore procederà alla verifica della rispondenza altimetrica delle planimetrie e dei profili del progetto e delle eventuali varianti ordinate dalla Direzione Lavori, con la effettiva altimetria e planimetria dei luoghi dove devono essere eseguiti gli scavi.

La verifica dovrà essere fatta sulla base di capisaldi di provata validità ed omogeneità.

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta.

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali 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 negli scavi.

La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'Impresa.

In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro reinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

3.2 PROGRAMMA DI SCAVO

Un mese prima della esecuzione degli scavi e comunque entro la data fissata dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti almeno mese per mese. Nell'esecuzione l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta, in ogni caso, stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

Il programma di scavo dovrà essere corredato dallo stato di consistenza delle strutture, edifici e manufatti potenzialmente interessati dagli scavi e dall'eventuale progetto delle opere provvisorie ritenute necessarie dall'Impresa a seguito dello stato di consistenza redatto. I documenti dovranno essere sottoposti alla direzione dei lavori sottoscritti da tecnico abilitato che assume la responsabilità progettuale.

3.3 VARIAZIONI DELLE LINEE DI SCAVO

Le variazioni nella quantità e profondità degli scavi non potranno giustificare richieste

di compensi speciali da parte dell'Impresa, al di fuori di quanto risultante dall'applicazione dei prezzi di contratto.

La quota definitiva di fondazione delle opere verrà stabilita d'accordo con la Direzione Lavori, in base alle effettive condizioni naturali riscontrate all'atto dello scavo; pertanto i piani di imposta segnati sui disegni hanno valore puramente indicativo.

Non si potrà procedere alla esecuzione del getto di calcestruzzo per le fondazioni se prima la superficie di scavo non sia stata ispezionata ed approvata dalla Direzione Lavori, pena la demolizione del già fatto. L'Impresa, inoltre, dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

3.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI SCAVI

Gli scavi saranno classificati come più sotto indicato:

a) Scavo in roccia

Si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0,75 mc e di resistenza e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.

b) Scavo di terreno sciolto di qualsiasi natura

Si considera terreno sciolto qualsiasi materiale che non sia la roccia sopra indicata. Rientrano in questa categoria di scavi anche i pezzi isolati di roccia inferiori a 0,75 mc.

c) Scavo in acqua

Si considera scavo in acqua quello eseguito oltre 20 cm al di sotto del livello di equilibrio delle acque sotterranee entro lo scavo.

L'esaurimento dell'acqua verrà disposto mediante ordine scritto dalla Direzione Lavori e l'Impresa ha l'obbligo di provvedervi adeguatamente con mezzi meccanici idonei e corrispondenti all'entità richiesta e con il personale e le scorte necessarie anche per il funzionamento continuativo nelle 24 ore, ed a mantenere il prosciugamento per tutto il tempo necessario al completamento del lavoro.

Nel caso di scarico dell'acqua di aggottamento nelle fognature stradali, si dovranno adottare sistemi di decantazione per evitare interramenti od ostruzioni dei condotti.

Gli scavi soggetti alle acque dovranno procedere da valle a monte, con il fondo ben livellato e con regolare canaletto sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe.

3.5 TIPI DI SCAVI

a) Scavi di sbancamento

Per "scavo di sbancamento" s'intende quello occorrente per lo spianamento e sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per la sistemazione dei piazzali, per la formazione di piani d'appoggio per platee di fondazione, scantinati, vespai, ecc., ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

b) Scavi di fondazione

Si definisce "scavo di fondazione" lo scavo incassato ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture, ed in generale tutti gli scavi che abbiano una larghezza media inferiore a 3,0 m ed una profondità uguale o superiore a 1/3 della larghezza.

c) Scavi per tubazioni, scatolari e canalizzazioni

Si definisce "scavo per tubazioni, scatolari e canalizzazioni" lo scavo incassato a sezione obbligata ed a sezione ristretta effettuato sotto il piano di sbancamento disposto per attombare canalette, fognature, condutture e tombature.

Gli scavi per posa in opera delle tubazioni o scatolari dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni e, eventualmente, lo smontaggio di condutture pre-esistenti.

Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato e con le pendenze prescritte.

Non saranno permesse sporgenze o infossature superiori ai 5 cm dal piano delle livellette di progetto.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi e di eseguire le ispezioni durante le prove.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento delle forniture dei tubi o manufatti ovvero in considerazione delle condizioni di continuità e sicurezza idraulica delle canalizzazioni intercettate e/o collegate. Le eventuali discontinuità nel ritmo di fornitura dei tubi o manufatti non potranno però, in nessun caso, dare titolo all'Impresa di richiedere compensi, maggiori di quelli previsti nell'Elenco Prezzi, e per il variare dell'avanzamento del proprio lavoro in maniera adeguata a quella della fornitura della tubazione o dei manufatti.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, il diritto di stabilire di volta in volta la lunghezza dello scavo da aprire.

3.6 MATERIALE SCAVATO E DISCARICHE

Il materiale scavato sarà di proprietà del Committente. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

I materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati (previa caratterizzazione delle Terre e Rocce da Scavo ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

Nel caso di scavi in campagna, lo strato superficiale di terreno di coltivo dovrà essere accumulato in loco, separatamente dal restante materiale di risulta, così da poter procedere agevolmente al successivo ripristino del terreno agricolo come allo stato preesistente.

L'eventuale materiale inerte di origine alluvionale risultante dagli scavi deve essere accatastato in loco e poi riutilizzato nei rinterri e nelle sistemazioni d'area comunque necessarie. Tenendo conto infatti dell'odierna difficoltà di reperimento di simili materiali, e conseguentemente del loro costo, non sono giustificati sprechi ed allontanamento a discarica.

Il materiale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la Direzione Lavori metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà inoltre essere effettuato il distendimento e sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

A cura e spese dell'Impresa il materiale giudicato non utilizzabile dalla D.L. dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a qualsiasi distanza a pubbliche discariche a completa cura e spese dell'Appaltatore. Tali aree verranno scelte in modo da non arrecare alcun danno ai lavori, alle proprietà ed al libero deflusso delle acque e pertanto verranno scelte a sufficiente distanza a valle delle zone interessate dalle opere. La Direzione Lavori farà asportare, addebitando la relativa spesa all'Impresa, le

materie che fossero state depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

3.7 SMOTTAMENTI

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'Impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come: argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'Impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili all'Impresa il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'Impresa e la Direzione Lavori.

3.8 ARMATURE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI E STRUTTURE ESISTENTI

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, e delle strutture e fabbricati esistenti in prossimità degli stessi, di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza delle opere.

Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e fabbricati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.

a) Prescrizioni generali

Gli scavi all'aperto ed in sotterraneo dovranno, tempestivamente e per iniziativa dell'Impresa, essere sostenuti dalle necessarie armature metalliche o di altra natura, sufficientemente robuste per resistere alle spinte che, secondo la natura dei terreni, saranno chiamate a sopportare; dette armature dovranno essere poste in opera a regola d'arte.

La superficie dello scavo, negli interspazi fra le armature, dovrà essere sostenuta là dove risultasse necessario, con longarine, lastre prefabbricate, lamiere ed in genere con tutti i mezzi e gli accorgimenti atti ad impedire frane e rilasci e ciò sotto la diretta responsabilità dell'Impresa.

b) Armature provvisorie

L'Impresa è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, pertanto dove sia necessario, l'Impresa dovrà provvedere a puntellare e sbadacchiare gli scavi con armature, in modo da evitare danni alle persone ed alle opere in costruzione. La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature degli scavi siano aumentate o rinforzate, quando esistono pericoli per gli operai e per la buona esecuzione dei lavori, senza che questo possa costituire motivo di reclamo da parte dell'Impresa.

Le armature provvisorie saranno tolte dallo scavo quando la loro funzione portante sarà terminata.

Le armature occorrenti per gli scavi devono essere eseguite a perfetta regola d'arte, in modo da impedire qualsiasi cedimento o deformazione dei materiali non interessati dallo scavo. L'onere per la fornitura di armature provvisorie, per il magistero anche specializzato per la loro messa in opera e per la loro rimozione, qualunque ne sia il tipo ed il numero risultante necessario, è compreso e compensato nei prezzi degli scavi.

c) Opere provvisionali

Sono a carico dell'Impresa come previsto da normativa e dall'art. II.3.2.

3.9 L'IMPRESA È RESPONSABILE DELLA STABILITÀ PALANCOLE METALLICHE

Potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori, l'uso di palancole metalliche, pali trivellati, microplai, ecc. per isolamento della zona degli scavi.

L'infissione ed estrazione delle palancole metalliche sarà eseguita con mezzi meccanici adeguati.

Le palancole impiegate saranno del tipo a profilo semplice di diversa sezione a seconda di quanto verrà stabilito dalla Direzione Lavori in rapporto alla profondità ed alla zona di lavoro.

Saranno attuati tutti quegli accorgimenti necessari per un'ottima realizzazione dell'opera, che dia la massima garanzia di solidità e resistenza, saranno usati attacchi normali o articolati con piastre di ripartizione, tiranti fissati sopra sotto il livello d'acqua. Qualsiasi sia il tipo di palancole adottato, l'Impresa rimane sempre l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possano derivare da cedimento delle palancole o cattiva infissione delle stesse.

Analogamente nell'uso di pali, micropli o altri sistemi.

3.10 RIFINITURA DELLE SUPERFICI DI SCAVO

L'Impresa dovrà rimuovere dalle pareti e dal fondo degli scavi tutti i frammenti di roccia che fossero instabili e pulire con acqua ed aria compressa tutte le superfici.

Nel caso di scavo in roccia le fenditure dovranno essere riempite con calcestruzzo di classe di resistenza C12/15 (Rck 150 kg/mq).

3.11 DRENAGGI E OPERE DI AGGOTTAMENTO

Le canalizzazioni ed i manufatti saranno costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto.

Gli scavi dovranno, di norma, essere eseguiti da valle verso monte per consentire lo smaltimento delle acque a deflusso naturale.

Nel caso si dovesse provvedere all'aggottamento degli scavi o all'abbassamento artificiale della falda, l'Impresa dovrà mettere a disposizione i mezzi d'opera occorrenti. Per le opere di cui trattasi, sono a carico dell'Impresa e si intendono già remunerati con il prezzo a corpo di aggiudicazione le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio, da un punto all'altro dei lavori, dei meccanismi stessi, nonché le eventuali linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine. Si intendono pure già remunerati con il prezzo a corpo di aggiudicazione: il noleggio, la posa e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico.

L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

L'Impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggottamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.

3.12 ABBASSAMENTO DELLA FALDA CON SISTEMA TIPO WELLPOINTS

Nel caso di scavi al di sotto della falda freatica potrà essere richiesto dalla Direzione Lavori l'uso di un complesso Wellpoints per l'abbassamento della falda stessa.

L'impianto che dovrà essere dimensionato ed installato in modo tale da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro sarà composto da:

- a. motopompe aspiranti da 6" del tipo centrifugo, con relative pompe a vuoto;
- b. un impianto completo di aspirazione e scarico;
- c. un impianto completo di infissione.

Non appena ottenuto il prosciugamento della zona di lavoro il numero delle pompe in esercizio verrà opportunamente diminuito in modo da ridurlo al minimo indispensabile.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per acquedotti e fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di strutture sovrastanti sino al raggiungimento del carico d'equilibrio statico, nonché per l'esecuzione di altri eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta dalla Direzione Lavori anche da altre Imprese specializzate.

3.13 TRANSITO STRADALE

3.13.1 Scavi in prossimità di edifici

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade delimitate da fabbricati, il loro inizio dovrà essere preceduto da attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti, esame che potrà essere integrato da idonei sondaggi per accertare la natura, profondità e consistenza delle fondazioni stesse in modo da prendere i necessari provvedimenti per evitare qualsiasi danno a edifici e strutture.

Quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare come previsto dall'art. II.3.2.

Sarà cura dell'Impresa redigere in contraddittorio, con i legittimi proprietari, lo stato di consistenza di quelle strutture o edifici che presentino lesioni o inducano a prevederne la formazione durante i lavori. La relazione sarà corredata da completa documentazione, anche fotografica, installando se necessario, idonee spie.

Tutti gli oneri derivanti da tali operazioni saranno a carico dell'Impresa.

3.13.2 Transito pedonale e meccanizzato

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata l'Appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito di veicoli e pedoni nonché l'attività delle maestranze

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'Appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi, ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli.

Egli dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, che garantiscano un'adeguata protezione.

Dovranno essere costruiti appositi ponticelli di legno o a struttura metallica tubolare, della larghezza minima di 0,60 m, protetti lateralmente da corrimano per dare comodo accesso ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Sono egualmente a carico dell'Impresa le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico.

Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando per ordine della Direzione Lavori si renda necessario impedire il traffico nelle aree interessate dai lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'ottenimento dei relativi permessi all'Autorità competente, ad installare le segnalazioni luminose e gli sbarramenti a cavalletto necessari a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia avvertito in tempo dell'impedimento, a predisporre tutto quanto necessario per la viabilità alternativa.

Sono comunque a carico dell'Impresa tutti gli oneri (segnali, semafori, avvisi, ecc.) per la gestione del traffico.

3.14 CONTINUITÀ DEI CORSI D'ACQUA E DEI CONDOTTI ESISTENTI

L'Appaltatore dovrà provvedere con diligenza, a sue cure e spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, ad assicurare la continuità dei corsi d'acqua e dei condotti, sia in pressione che a pelo libero, intersecati o interferenti con i lavori. A tal fine dovranno, se del caso, essere realizzati idonei canali, by-pass anche con impianti di pompaggio e manufatti da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di destinazione o smaltimento, evitando in tal modo l'allagamento degli scavi.

Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà sempre a sue cure e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario letto del corso d'acqua o l'originario condotto, eliminando i manufatti provvisori e ponendo in pristino stato il terreno interessato dagli stessi.

L'Appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la Stazione Appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero da insorgere.

3.15 INTERFERENZE CON ALTRI SERVIZI

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno condutture o cunicoli di fognature, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Impresa ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi eccedenti a quelli ordinati nelle maggiori profondità a cui l'Impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo: pertanto dovrà fare tutto quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc.

Dovrà comunque essere fornita tempestiva comunicazione l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori in merito al rinvenimento di interferenze che posanno, in qualche modo, rallentare le lavorazioni e/o impedire l'avanzamento dello stesso.

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, spostamenti, ecc..) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni e si avvertiranno le Autorità competenti.

Resta comunque stabilito che l'Impresa è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligato a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora per effetto dei lavori da eseguire dovesse manifestarsi la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni, le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

3.16 ATTRAVERSAMENTI

Gli attraversamenti di strade, ferrovie, canali, corsi d'acqua in genere, ecc.. verranno effettuati secondo le disposizioni che caso per caso verranno dettate dalla Direzione Lavori.

Gli attraversamenti aerei in genere potranno venire effettuati sia mediante ancoraggio della tubazione (generalmente in acciaio) a manufatti esistenti, sia con tubo autoportante (cavallotti) od infine con travate metalliche a traliccio a sostegno della condotta, la quale potrà anche costituire parte integrante e portante della travata.

Le condotte in acciaio saranno protette termicamente con rivestimenti coibenti e protezioni esterne secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Per gli attraversamenti con spingitubo l'appaltatore dovrà preparare, a sua cura e spese, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione Lavori, il progetto particolare dell'attraversamento in accordo alle norme esistenti ed alle indicazioni fornite dall'Ente gestore della struttura da attraversare; nonchè l'ottenimento di tutti i permessi e l'espletamento di tutte le pratiche amministrative richieste dall'Ente gestore o da altri Enti interessati. Dovrà inoltre curare l'approvazione di detto progetto concordando con la Direzione Lavori le eventuali modifiche ritenute necessarie.

ART. II-4 DISBOSCAMENTO**4.1 GENERALITÀ**

Tutte le aree interessate dai lavori, le cave di prestito, le eventuali strade di accesso, gli scavi e i depositi di materiali dovranno essere disboscati a completa cura dell'Impresa. Pertanto, all'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'abbattimento degli alberi ed alla loro sfondatura, all'estirpazione di ceppi e radici, di ceppaie e sterpaglie ed al loro trasporto a rifiuto.

Il legname di recupero sarà tagliato a misura dall'Impresa e sarà trasportato a deposito nelle aree indicate dalla Direzione Lavori. Il legname di recupero rimane di proprietà dell'Appaltatore, fatto salvo situazioni speciali e specifiche che, di volta in volta, verranno tempestivamente comunicate all'Appaltatore (disboscamento di aree private temporaneamente interessate dai lavori). L'Appaltatore, nelle more del rispetto delle normative in materia di rifiuti e di materie prime seconde, risulta responsabile del corretto riutilizzo o smaltimento a proprio esclusivo onere.

Tra i lavori descritti in questo capitolo emergono le operazioni di manutenzione straordinaria dei corsi d'acqua e comprendono, in particolare, interventi di decespugliamento, disboscamento e riprofilatura delle sponde.

I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni fornite, di volta in volta, dalla Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini possa cadere in acqua e venga allontanato dalla corrente.

L'Impresa dovrà intraprendere le operazioni di disboscamento, decespugliamento e sfalcio con particolare attenzione ed in ottemperanza con le prescrizioni in materia di sicurezza previste dal D.Lgs. 81/08 s.m.i..

4.2 DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI

I lavori di decespugliamento andranno eseguiti sia a mano che mediante l'utilizzo di mezzi meccanici, dotati di lame o cucchiaie o accessori speciali, a seconda delle condizioni locali e delle caratteristiche del terreno.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

4.3 DISBOSCAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI

I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo precedente

Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, sramati, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dalla Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto.

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà richiedere all'Impresa di effettuare il recupero, la messa a dimora provvisoria in vivaio ed infine l'impianto definitivo nel posto originale di alberi e piante resistenti in luogo, in modo da ripristinare per quanto è possibile, il sistema vegetale caratteristico dell'area interessata dai lavori.

Per tale compito l'Impresa potrà indicare una ditta specializzata attrezzata in maniera

adeguata per garantire la buona riuscita della piantagione. Nel caso non si potesse recuperare tutte le piante indicate o per altra necessità l'Impresa provvederà alla messa a dimora delle piante richieste prelevandole da vivai specializzati. Tutte le piante messe a dimora saranno usate per almeno due anni da parte dell'Impresa.

Le aree in oggetto di intervento dovranno essere risistemate, al termine dei lavori, a perfetta regola d'arte secondo le indicazioni prescritte dalla Direzione Lavori ovvero nelle condizioni pre-esistenti.

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dalla Direzione Lavori.

4.4 SFALCIO E DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE ARGINALI

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione infestante lungo i rilevati arginali dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dalla Direzione Lavori. I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, fornito di disco con coltelli rotanti; dove necessario, l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro oppure trasportata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

ART. II-5 DEMOLIZIONI

5.1 GENERALITÀ

Ove sia necessario, l'Impresa è obbligata ad accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari, in modo da conoscerne la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui all'art. da 71 a 76 del D.P.R. Gennaio 1956 n° 164 con i mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione sia l'Amministrazione Appaltante che i suoi Organi di direzione, assistenza e sorveglianza.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni unitamente a quelle contenute nei piani di sicurezza e di coordinamento di cui al D. Lgs. 81/08 e s.m.i..

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi l'Impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni:

- a. il personale addetto alle opere di demolizione dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori che per la individuazione immediata di condizioni di pericolo;
- b. l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di dieci persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;
- c. i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;
- d. si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.
- e. dovranno essere utilizzate idonee attrezzature (sia per quanto attiene la potenza, che la modalità di demolizione in relazione anche alla finitura superficiale richiesta della superficie demolita) per quanto attiene la demolizione parziale di strutture, ovvero l'apertura di luci di qualsiasi forma nei manufatti esistenti;
- f. in relazione al tipo di demolizione da eseguire potrà essere necessario prevedere un pre-taglio del calcestruzzo mediante mola diamantata.

5.2 MODALITÀ ESECUTIVE

Durante tutte le attività di demolizione dovranno essere rispettate scrupolosamente tutte le norme di sicurezza, relative a macchine e personale impiegati, previste dalla normativa vigente in materia di macchine operatrici e di sicurezza nei cantieri.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi che interessano l'opera da demolire, compreso il ferro di rinforzo del calcestruzzo in modo conforme a quanto richiesto dalla normativa vigente in materia di trattamento e gestione dei materiali provenienti da demolizioni.

Il materiale di risulta delle demolizioni, e inutilizzabile, dovrà essere conferito presso discariche autorizzate a qualsiasi distanza dal cantiere ad esclusiva cura e spese dell'Impresa.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.

Prima dell'inizio delle demolizioni dovranno essere interrotte le erogazioni dagli impianti di elettricità, acqua, gas, ecc. esistenti nella zona dei lavori: a tal fine l'Impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società ed Enti eroganti.

L'allontanamento dei materiali di risulta di edifici a più piani dovrà essere particolarmente curato affinché non si verifichino confusi accatastamenti, sovraccarichi e pressioni pericolose su strutture orizzontali e verticali.

È vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto a meno che non venga

convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di detti canali dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente delle persone; ogni tronco di canale dovrà essere imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi dovranno essere adeguatamente rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da limitare la velocità di uscita dei materiali. Tutti gli altri materiali di risulta per i quali non possa servire il canale andranno calati a terra con mezzi idonei e con particolare cura.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non esistenti che interessano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dalla Direzione Lavori. Il materiale di risulta delle demolizioni, e inutilizzabile, dovrà essere trasportato a discarica; se destinato a riempimento dovrà essere trasportato in aree indicate dalla Direzione lavori nell'ambito del cantiere.

Nel primo caso, il costo è già incluso nella voce dell'elenco prezzi, qualora la pubblica discarica sia ubicata entro un raggio di 10 km dal cantiere.

Saranno considerati calcestruzzi armati, per quanto riguarda le demolizioni, quelli che hanno un'armatura in ferro superiore a 10 kg/mc.

Prima di procedere alle demolizioni l'Impresa dovrà redigere apposita relazione di consistenza, vidimata ed asseverata da professionista abilitato, circa lo stato delle infrastrutture potenzialmente interessate dalle operazioni di cantiere al fine di verificare con prove documentate ed eventualmente sottoscritte da testimoni o da terzi interessati (proprietari di edifici, strade, costruzioni, impianti, ecc.) l'esistenza di danni pregressi alle attività del cantiere. Tale documentazione, corredata da fotografie ed altra documentazione ritenuta indispensabile da parte dell'Impresa, dovrà essere trasmessa alla D.L. almeno 15 giorni prima dell'inizio delle attività.

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, tutto quanto indebitamente demolito dovrà essere ricostruito e rimesso in ripristino dall'Impresa, a sua cura e spese, senza alcun compenso.

ART. II-6 RINTERRI - RILEVATI**6.1 RINTERRI**

Per la esecuzione dei rinterri verranno comunemente impiegati i materiali di risulta degli scavi di cantiere, previa caratterizzazione delle Terre e Rocce da Scavo come previsto dal D.Lgs 152/2006 e s.m.i., ovvero, se indicato nei disegni e/o richiesto dalla Direzione Lavori, si utilizzeranno materiali provenienti dalle cave di prestito.

Per la esecuzione dei rilevati verranno in genere impiegati, salvo contrarie indicazioni della Direzione Lavori, materiali non coerenti (sabbia, ghiaia o pietrisco) o coerenti (limi argillosi, argille) anch'essi provenienti sia dagli scavi in cantiere sia da cave di prestito approvate. Tutti i materiali impiegati saranno preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

I materiali per i rinterri ed i rilevati dovranno essere disposti in strati dello spessore di circa 30 - 40 cm, quindi bagnati e compattati al 70% della densità relativa del materiale impiegato o al 90% dell'optimum Proctor mediante costipatori meccanici od altri mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Le superfici di appoggio dei rilevati dovranno essere scarificate asportando il materiale superficiale per uno spessore minimo di 30 - 50 cm, a giudizio della Direzione Lavori.

Le superfici di appoggio dovranno essere rullate con rullo vibrante di peso non inferiore alle 2 tonnellate e dovranno essere preventivamente ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori.

Per quanto concerne il piano d'appoggio di strutture speciali oppure prefabbricate occorrerà prevedere il preliminare costipamento del fondo scavo minimo eseguito con un numero minimo di n.5 passaggi mediante rullo statico del peso non inferiore alle 7 tonnellate.

Il rinterro per costituire il piano di fondazione prevede inoltre l'interposizione di geotessile, la stesura di 10 cm di sabbia costipata, la stesa a strati non superiori a 30 cm di mista naturale di cava priva di frazione fine e di elementi granulari eccedenti i 10 cm di diametro. La mista naturale di cava andrà stesa e costipata per strati successivi non superiori ai 30 cm con almeno n.5 passaggi di rullo statico del peso minimo di 7 tonnellate.

Nei prezzi si intendono compresi tutti gli oneri per le sistemazioni superficiali sia degli scavi che delle località in cui siano stati lasciati a provvisorio deposito i materiali di risulta, oltre che tutti gli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere per controllare costantemente le superfici dei rinterri, e delle prestazioni di mano d'opera e mezzi d'opera necessarie alle riprese ed alle ricariche fino al ripristino della pavimentazione, se questo sia compreso nell'appalto, o al conseguimento del collaudo.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alle riprese ed alle ricariche nel caso di inadempienza dell'Appaltatore, al quale, in tale evenienza, verranno addebitate, mediante semplice ritenuta, tutte le conseguenti spese.

6.2 RILEVATI**6.2.1 Generalità**

Le indicazioni riportate nel seguito si riferiscono sia a lavori di costruzione di nuovi rilevati arginali, sia a lavori di ringrosso e/o rialzo di argini esistenti.

6.2.2 Caratteristiche dei materiali

Con riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza

di +/- 1%.

A suo insindacabile giudizio, l'Amministrazione potrà individuare aree di prelievo di materiale di caratteristiche differenti da quanto sopra riportato.

6.2.3 Modalità esecutive

Prima di procedere alla costruzione dell'argine, sarà necessario preparare il terreno di posa, provvedendo all'asportazione del terreno vegetale e degli apparati radicali e alla predisposizione di uno scavo di cassonetto o, qualora il declivio trasversale del terreno fosse superiore al 15%, di opportuni gradoni di immersione delle dimensioni riportate nei disegni di progetto.

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale e sulle bancate intermedie.

6.2.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di progetto.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolar modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

L'impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

ART. II-7 CALCESTRUZZO**1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione del D.M. 17/01/2018 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) e del requisito di durabilità delle opere.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato dal D.M. 17/01/2018, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione. In tal caso potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

L'Appaltatore sarà tenuto inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione). In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio utilizzato per le opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà caratteristiche prestazionali non inferiori a quelle richieste dal progetto e dalle presenti norme tecniche.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Appaltatore i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

2 DURABILITÀ DEI CALCESTRUZZI

Le norme UNI EN 206-1 UNI 11104:2004 elenca i requisiti dei calcestruzzi perché abbiano la durabilità adeguata alla classe di esposizione ambientale prevista. Tali caratteristiche interessano le seguenti caratteristiche dei cls:

- il rapporto a/c massimo;

- il dosaggio minimo del cemento;
- il volume di aria inglobata;
- la resistenza al gelo degli aggregati;
- l'impermeabilità del cls;
- il tipo di cemento utilizzato;
- la stagionatura.

Sul calcestruzzo indurito si effettua, come misura indiretta del rapporto a/c, la misura della resistenza caratteristica R_{ck} poiché strettamente legata al suddetto rapporto, una volta stabilito il tipo e la classe di resistenza del cemento da utilizzare. Per questo si richiama l'attenzione sulla necessità di rispettare le specifiche indicate non solo per quel che riguarda la R_{ck} , ma altresì il tipo e la classe di resistenza del cemento. Infatti, se si confezionasse un calcestruzzo avente la stessa resistenza caratteristica ma con cemento di classe di resistenza superiore, si otterrebbe un prodotto meno rispondente ai requisiti di durabilità poiché caratterizzato da un rapporto a/c più elevato. Di seguito si ricordano le limitazioni sul rapporto a/c e sul quantitativo di cemento della norma UNI EN 206-1 UNI 11104 per le classi di esposizioni d'interesse individuate per i manufatti in esame:

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360

Valori indicati nella tabella saranno intesi come limiti per il confezionamento di cls durabili ai sensi della UNI EN 206-1 UNI 11104. Valori più restrittivi eventualmente indicati negli elaborati progettuali sostituiranno i valori della presente tabella per l'opera indicata dagli elaborati stessi.

Per tutti i cls saranno impiegati aggregati resistenti al gelo, nonché sarà richiesto il requisito di impermeabilità degli stessi secondo UNI EN 206-1 UNI 11104.

I cementi Pozzolanici e d'Altoforno prescritti si caratterizzano per una maggior stabilità chimica (resistenza ai solfati, ai cloruri e alla CO₂ presente nelle acque), e per un più basso valore del calore d'idratazione attribuibile alla classe di resistenza 32.5 che, come è noto, offre maggiori garanzie se è necessario ottenere un calcestruzzo indurito esente anche da fessurazioni capillari.

La minima classe di esposizione da garantire per le opere a diretto contatto con il terreno e con la falda è la XC2.

La durabilità del calcestruzzo si consegue, ancora, prevedendo un'opportuna lavorabilità per la posa in opera e la compattazione dei getti ed un'adeguata stagionatura.

La stagionatura infine, come trattato nel paragrafo dedicato, individua la durata minima per la protezione dei getti in relazione alle condizioni termigrometriche dell'ambiente al momento del getto ed allo sviluppo della resistenza del calcestruzzo.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

3.1 Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n° 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché del DM 09/03/1998 n° 126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementiere che operino con sistemi di qualità certificati. All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla DL un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la DL possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I silos dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso. È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

3.2 Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2a. Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche. Non dovranno contenere i minerali dannosi: pirite; marcasite; pirrotina; gesso; solfati solubili.

A cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della D.L., dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla D.L. e dall'Appaltatore.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo. Nella Tabella seguente, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti. Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%]
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni somatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli < 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	S03 < 0.05%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	ES > 80 V < 0,6 cm 3/gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografia	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: • metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: • metodo del prisma di malta	UNI 8520 (22)	• UNI 8520 (parte 22 punto 4) • UNI 8520 (parte 22 punto 4)
Presenza di cloruri solubili	• Analisi chimica	UNI 8520 (parte 12)	Cl $\leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	Cf $\geq 0,15$ (Dmax = 32 mm) Cf $\geq 0,12$ (Dmax = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 5000 mc di aggregati impiegati, con un minimo di 2 prove.		

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 5000 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.L. lo riterrà necessario.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo Dmax fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo Dmax fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio. Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;

minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;

minore dello spessore del copriferro.

3.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate di seguito. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

3.4 Additivi e disarmanti

L'Appaltatore dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145; inoltre dovranno essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

3.5 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi superfluidificanti di nuova generazione a rilascio progressivo al fine di realizzare calcestruzzi reoplastici preconfezionati ad elevato mantenimento della lavorabilità.

Nel caso si verifichi una perdita di lavorabilità sono ammesse riaggiunte di additivi superfluidificanti dello stesso tipo già inserito precedentemente nell'impasto con un quantitativo massimo di 300cc per ogni 100 kg di cemento. Nel caso che la lavorabilità prevista non venga ottenuta dopo la riaggiunta di additivi a pie d'opera il calcestruzzo verrà scartato.

La classe di consistenza dovrà essere sempre garantita al momento della posa. In caso di particolari condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati ulteriori additivi aeranti, fluidificante -ritardante e accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio. Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore e comunque esso non dovrà superare il 2 % in peso rispetto al cemento.

3.6 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti. I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

3.7 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio. La percentuale di aria inglobata varierà in funzione del diametro massimo, vedi tabella seguente, degli inerti e sarà misurata secondo la UNI6395 sul cls fresco all'atto della posa in opera con tolleranza di $\pm 1\%$.

Dmax aggregati	% aria occlusa
12.5	6.5
20	6
25	5
40	4.5
50	4
75	3.5

In sede di posa in opera saranno adottati gli opportuni accorgimenti affinché non si abbia una riduzione del tenore d'aria al di sotto dei limiti di tabella. Gli additivi aeranti saranno conformi a quanto indicato nella norma ASTM C260 e dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua di impasto con un sistema tale da garantire una tolleranza pari al 5% e che ne assicuri la omogenea dispersione nell'impasto.

Su richiesta della Direzione Lavori l'appaltatore dovrà fornire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti norme UNI.

4 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Appaltatore è tenuto all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Lo studio, per ogni tipo di conglomerato cementizio, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale a cura ed onere dell'Appaltatore, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck} ;
- rapporto a/c;
- peso di volume;
- tipo e dosaggio degli additivi;
- classe di esposizione e durabilità delle opere (UNI EN 206-1 UNI 11104 e UNI8981);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo e dosaggio di cemento;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (UNI 7699 -ISO DIS 7032 -DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che si intenderà utilizzare in caso di maturazione accelerata a vapore;
- evoluzione della resistenza nel tempo in funzione del procedimento di maturazione impiegato.

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che si intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;

- c) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- d) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- e) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato in precedenza sulla base delle classi di esposizione individuate per le singole opere o parti di esse.

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Appaltatore, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti. Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione caratteristica per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della D.L. dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla D.L., l'Appaltatore rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge. Le caratteristiche dei materiali e la composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta. Qualora l'Appaltatore impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206-1 UNI 11104/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1 UNI 11104. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

5 PROVE IN FASE DI QUALIFICA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

La Direzione Lavori potrà fare eseguire prove sui provini confezionati in fase di qualifica dei

cls finalizzate a valutare la durabilità. Le prove potranno essere:

- prove di resistenza al gelo;
- prove di permeabilità all'aria;
- prove di assorbimento d'acqua;
- prove di scagliamento in presenza di cloruri;
- prove di penetrabilità dei cloruri e solfati.

5.1 Prova di resistenza al gelo

Per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio verrà impiegato il metodo di Figg su richiesta della Direzione Lavori.

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente. La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare. Le apparecchiature impiegate consistono:

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri in gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm; aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n°2 cronometri.

5.2 Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm. Nella parte superiore del foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro. Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ($T > 3000$ s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar. Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m² e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
<30	Scarso	0,00
30-100	Sufficiente	1,00
100-300	Discreto	2,00
300-1000	Buono	3,00
>1000	Eccellente	4,00

Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

5.3 Prova di assorbimento d'acqua

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo UNI7699.

5.4 Prova di scagliatura in presenza di cloruri

La prova sarà eseguita secondo la norma UNI vigente.

5.5 Prova di penetrabilità dei cloruri e solfati

La prova di penetrabilità dei cloruri sarà eseguita secondo le norme UNI7928. La prova di penetrabilità dei solfati sarà eseguita secondo le norme UNI8019.

6 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

Le prove potranno essere sul cls fresco o sul cls indurito, eseguite con le modalità descritte nel paragrafo dedicato ai controlli in fase di qualifica o secondo quanto descritto nei paragrafi successivi.

6.1 Inerti

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro. La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio. Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferrì ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera. I controlli saranno quelli precedentemente esposti.

6.2 Resistenza dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 Gennaio 1996.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso, resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove. 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, la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della RCL inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme 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 Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata. Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Appaltatore sarà tenuto 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 Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto. Nel caso in cui la D.L. richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo

carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature. Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a 0,1 m², su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.
- Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La D.L. si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi. Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato. Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore $s = 1,0$ e $s = 1,2$. Nel caso di provini cubici si assume $s = 1,0$. Per ogni lotto di conglomerato di 100 m³ di conglomerato cementizio indagato o frazione, n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2.5 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

Dove a è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132. Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

la valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2}) \sum R_i / n$$

dove:

- F_{stim} = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;
- n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;
- R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente b , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica R_{ck} .

Pertanto, se:

$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

ovvero, se:

$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la D.L., sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della D.L..

6.3 Controllo della lavorabilità

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalle Norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Appaltatore o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori. Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri a cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello

riportato nello studio progettuale. Ad ogni controllo verrà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Qualora l'abbassamento, con tolleranza di $\pm 1 \text{ cm}$, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di eventuali manipolazioni, ma bensì sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 23 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

6.4 Controllo del rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato in cantiere almeno una volta al giorno, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

6.5 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm. La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

Tale controllo sarà eseguito periodicamente in corso d'opera.

6.6 Controllo del contenuto di aria

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 -72. Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto-11.3.10 della Norma UNI EN 206-1 UNI 11104.

6.7 Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento

Il controllo del contenuto di cemento dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 -72 e 6394 -69. Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

Il controllo sul tipo e classe di cemento sarà eseguito mediante analisi chimica effettuata presso Laboratori Ufficiali di campioni prelevati in corso d'opera o direttamente presso le centrali di betonaggio.

Tali controlli saranno eseguiti periodicamente In corso d'opera.

6.8 Controllo della Rck

Potrà essere richiesto il controllo della Rck per diverse epoche di maturazione su campioni appositamente prelevati durante le operazioni di posa in opera.

6.9 Controllo del peso di volume

Potrà essere richiesto il controllo del peso di volume sia per i cls ordinari sia per i cls alleggeriti.

7 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE

7.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti. Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al capitolo relativo ai

materiali. Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 -79. L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Appaltatore.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna. La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio. L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla D.L., anche se non previsti negli studi preliminari. In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Appaltatore, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C). Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

7.2 Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei, anche in relazione all'accessibilità ed alle caratteristiche del cantiere, al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame. Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- tipo e classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Appaltatore dovrà esibire detta documentazione alla D.L..

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al paragrafo precedente della presente sezione. La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato al paragrafo precedente, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e

comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 -79, salvo l'uso di particolari additivi. Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti. E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

7.3 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori ovvero del corretto posizionamento dei massi.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento. Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Appaltatore provvedere, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate. Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Appaltatore mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio. Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

Le medesime accortezze devono essere mantenute nei getti per la formazione di sciogliere cementate adeguando mezzi di approvvigionamento, tempi di lavorazione, saturazione dei vuoti, ecc. al caso particolare previa stesura di idonea linea guida tecnica approvata dal Direttore dei Lavori.

7.4 Tolleranze geometriche

Gli elementi strutturali devono essere realizzati e posizionati secondo le geometrie e le indicazioni di progetto, salvo variazioni richieste dalla D.L. in specifiche situazioni. Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- deviazione dalla posizione relativa: $\pm 10\text{mm}$;
- deviazione dalla verticale: $\pm 5\text{ mm}$ in 3 ml, con un massimo di $\pm 15\text{ mm}$.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

7.5 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Appaltatore possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compenso. Nel caso ciò non fosse possibile, dopo aver interrotto il getto e prima che inizi il processo di indurimento del cls, la superficie di conglomerato cementizio dovrà essere adeguatamente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza con i getti successivi.

La Direzione Lavori avrà altresì la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario e senza che l'Appaltatore possa avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi, l'utilizzo di opportune resine come aggrappanti per la ripresa di getti. Le

caratteristiche e le modalità di applicazione delle resine saranno sottoposte per accettazione alla Direzione Lavori da parte dell'Appaltatore.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

7.6 Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C). Valgono le prescrizioni riportate nel punto "Confezione dei conglomerati cementizi" della presente sezione. Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

7.7 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto. Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla D.L..

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte. Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206-1 UNI 11104.

7.8 Stagionatura

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Appaltatore, al momento del loro approvvigionamento. In particolare, per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate. Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la D.L. potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

7.9 Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C)
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI 6127.

7.10 Disarmo

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 09/01/1996.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura. La D.L. potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione. In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

7.11 Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e impermeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati. La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI EN 206-1 UN111104.

7.12 Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio

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 irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, poliossipropilene, poliossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti. I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

Per tali opere provvisorie l'Appaltatore porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto 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 parte isolare:

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto dedicato dell'articolo "Calcestruzzi".

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di casseratura a perdere (o anche casseratura in pietrame), inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio induritosi dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Salvo diversamente previsto negli elaborati progettuali, le casseforme a perdere per la realizzazione degli alleggerimenti saranno eseguite casseforme a perdere, realizzate con pannelli di rete tipo "PERNERVOMETAL" o similare montate su strutture di irrigidimento, in tondino di acciaio o in legno, per la costituzione di zone di alleggerimento.

In alternativa, tali zone di alleggerimento potranno essere realizzate con blocchi di polistirolo espanso di adeguato peso specifico, sufficiente cioè a sopportare le pressioni del calcestruzzo in fase di presa.

Sistemi alternativi a quelli descritti potranno essere adottati dall'Appaltatore previa approvazione della Direzione Lavori.

1 GENERALITÀ

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni DM 17 gennaio 2018.

Per gli opportuni controlli da parte della D.L., l'Appaltatore dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Saranno ammessi solamente acciai controllati in stabilimento, per i quali l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla D.L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Per le caratteristiche meccaniche delle piastre di ancoraggio e per i manicotti di giunzione delle armature per c.a.p., se di serie si farà riferimento alle indicazioni del produttore per quel tipo di armatura adottata (barra -trefolo); diversamente ci si atterrà alle indicazioni di progetto.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto all'art. 59 del DPR n. 380/2001. È fatto divieto impiegare acciai non qualificati all'origine. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato DPR n. 380/2001.

Rimane comunque salva la facoltà del D.L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

2 ACCIAIO PER C.A.

Gli acciai da c.a. saranno tutti di qualità saldabile qualificati e controllati secondo quanto previsto nel paragrafo precedente.

2.1 Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y, nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_t/f_{t, nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\Phi < 12 \text{ mm}$	4 Φ	
$12 \leq \Phi \leq 16 \text{ mm}$	5 Φ	
per $16 < \Phi \leq 25 \text{ mm}$	8 Φ	
per $25 < \Phi \leq 40 \text{ mm}$	10 Φ	

2.2 Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004. Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10 \text{ °C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f(0,2)$. La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di $20 \pm 5 \text{ °C}$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 60 minuti a $100 \pm 10 \text{ °C}$ e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20° . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

2.3 Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le barre sono caratterizzate dal diametro ϕ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Gli acciai B450C, possono essere impiegati in barre di diametro ϕ compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A, il diametro ϕ delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a ϕ uguale/inferiore 16 mm per B450C.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di 3 campioni di 100cm di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali. In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre, al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla D.L., barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato. I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura l'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

2.4 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili di natura austenitica o austeno-ferritica, purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai precedentemente descritte, con l'avvertenza di sostituire al termine f_t della tabella predente,

il termine $f_{7\%}$, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento $A_{gt}=7\%$. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto della presente Sezione.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

2.5 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro ϕ che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$.

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere: $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

2.6 Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 17/01/2018 dovrà presentare per ogni partita

la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

3 POSA IN OPERA DELLE ARMATURE PER C.A.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Appaltatore l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali, laddove previsti in progetto.

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

In funzione della particolare conformazione del cantiere con piani di posa delle armature soggetti a eventi alluvionali, la posa delle armature dovrà essere eseguita solo in funzione di previsioni meteo favorevoli. In caso di sommersa del piano di posa o delle armature posate da parte di acqua, fango, ecc. l'Impresa è obbligata a sua cura e spese a rimuovere tutte le armature già posate, effettuare la bonifica del piano di posa e ripristinare le armature.

3.1 Giunzioni di barre da c.a.

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Appaltatore, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

3.2 Manicotti filettati per armature ordinarie

Ove previsto, la esecuzione di giunzioni sarà effettuata mediante uso di speciali giunti meccanici prodotti espressamente per barre d'armatura.

Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotti a filettatura troncoconica, costituiti da acciaio ad alta resistenza. La voce di elenco prezzi delle armature per c.a. compensa, oltre agli oneri di fornitura e di installazione dei manicotti, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da collegare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la eventuale piastrina di fissaggio del manicotto alla cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi, l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Il manicotto dovrà essere fornito da Ditta con sistema di qualità certificato in grado di accompagnare ogni fornitura con test di trazione eseguiti in fase produttiva da un proprio laboratorio interno e dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di snervamento $> 550\text{N/mm}^2$
- tensione di rottura $> 750\text{N/mm}^2$

Le filettature troncoconiche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la giunzione in opera garantisca un perfetto accoppiamento che non renderà necessario l'uso di controdadi.

Giunzioni meccaniche alternative potranno essere utilizzate previa approvazione da parte della D.L. e dietro presentazione della scheda tecnica che ne comprovi la equivalenza in termini di resistenza della giunzione.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelti entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
f_y minimo	425 N/mm^2	$(450 - 25)\text{ N/mm}^2$
f_y massimo	572 N/mm^2	$[450 \times (1,25+0,02)]\text{ N/mm}^2$
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i

campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra.

In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

ART. II-10 VESPAI**10.1 GENERALITÀ**

I vespai, ove indicato nei disegni o richiesto dalla Direzione Lavori saranno eseguiti in pietrame ricavato da rocce le cui caratteristiche meccaniche sono indicate all'art. II.7 di queste specifiche.

I vespai, di qualunque spessore, saranno eseguiti con scapoli di pietrame o grossi ciottoli di fiume sistemati a mano e rintasati con ghiaia minuta, pietrisco e ghiaietto, in modo da ottenere un regolare piano di appoggio; oppure con tout-venant di cava che può essere, dove possibile, anche sistemato a macchina. Per qualunque dei due tipi di pietrame utilizzato la percentuale degli elementi inferiori a 5 mm non dovrà superare il 5% di peso.

Il terreno di appoggio dei vespai dovrà essere compattato con mezzi meccanici od a mano ed ispezionato ed approvato dalla Direzione Lavori prima della formazione del vespaio stesso.

Sopra il vespaio saranno poste le caldane in calcestruzzo.

ART. II-11 SOTTOFONDI**11.1 GENERALITÀ**

Tutti i sottofondi saranno eseguiti in calcestruzzo, di spessore indicato nei disegni o richiesto dalla Direzione Lavori. La superficie del sottofondo sarà perfettamente a livello secondo le linee e le pendenze richieste: sarà liscia ed uniforme.

A richiesta della Direzione Lavori la pendenza sarà ottenuta direttamente con la gettata del solaio di appoggio.

Sotto il calcestruzzo sono previsti sottofondi in ghiaia con caratteristiche idonee.

11.2 SOTTOFONDI PER PAVIMENTI

I sottofondi in calcestruzzo per pavimenti, saranno divisi in quadroni di superficie non maggiore di 10 mq; saranno realizzati in calcestruzzo tirati a frattazzo lungo. I relativi giunti saranno intasati con asfalto naturale o bitume.

11.3 SOTTOFONDI PER IMPERMEABILIZZAZIONI

Il magrone di appoggio per la impermeabilizzazione sarà eseguito in calcestruzzo classe D dello spessore indicato nei disegni costruttivi o richiesto dalla Direzione Lavori, opportunamente arricchito in superficie da uno strato di 1 - 1,5 cm di malta a 400 kg di cemento e tirato a frattazzo lungo, onde ottenere una superficie di appoggio liscia ed uniforme come già più sopra menzionato.

ART. II-12 TUBAZIONI IN CLORURO DI POLIVINILE RIGIDO (PVC)**12.1 GENERALITÀ**

Nel presente articolo sono indicate le prescrizioni che riguardano i tubi ed i raccordi di PVC rigido (non plasticato) per il convogliamento di acque di scarico civili ed industriali e per acque meteoriche (nei limiti della resistenza chimica del materiale) oltre che le tubazioni in PVC (rigido) da utilizzare per le condotte destinate al trasporto di acqua potabile di tipo 313, idonee a sopportare una pressione di esercizio di atm 16 (PN16). I tubi dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità alle norme UNI dell'Istituto Italiano Plastici e con il numero distintivo del fabbricante. Essere prodotti solamente da ditte che hanno il sistema di Qualità Aziendale conforme alle norme EN ISO 9002 e certificato da un Ente Competente accreditato SINCERT (Ente di accreditamento degli Enti di Certificazione delegato da UNI-CEI-Ministero dell'Industria), corredati dal certificato di collaudo secondo la norma UNI 7448. I tubi per acquedotto dovranno essere conformi alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità del 02/12/1978.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione dei Lavori prima di dare corso alla fornitura, le fabbriche presso le quali egli intende approvvigionare i materiali e le relative caratteristiche.

Tubi e raccordi dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità iIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI, gestito all'Istituto Italiano dei Plastici.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà, per l'accettazione della fornitura di eseguire o far eseguire tutte le prove che riterrà necessarie e che si atterranno alla normativa UNI 7448/75.

12.2 MATERIALI

Il materiale base per la produzione dei tubi e dei relativi pezzi speciali di PVC dovrà presentare alla temperatura di 20°C le seguenti caratteristiche (Norme UNI 7441.75 e UNI 7442.75 per le tubazioni in pressione ed UNI 7447/75 per le tubazioni a pelo libero):

- | | | |
|----|---|---------------------------|
| a) | proprietà fisiche: | |
| | - massa volumica (UNI 7092.72) | 1,37 - 1,45 kg/dmc |
| b) | proprietà meccaniche: | |
| | - resistenza a trazione (a snervamento) | |
| | (UNI 5819.66 ASTM D638) | > 480 kgf/cm ² |
| | - allungamento a trazione (a snervamento) | |
| | (UNI 5819.66 ASTM D638) | < 10% |
| | - modulo di elasticità a trazione | |
| | (UNI 5819.66 ASTM D790) | 30000 kgf/cm ² |
| c) | proprietà termiche: | |
| | - coefficiente di dilatazione termica | |
| | lineare (UNI 6061.67) | 0,06 - 0,08 mm/m°C |
| | - colore specifico | 0,24 Kcal/kg° |
| d) | proprietà elettriche: | |
| | - conducibilità termica (DIN 52612) | 0,13 Kcal/h m° |
| | - resistività superficiale (UNI 4288.72) | > 1012 ohm cm |

- e) additivi e stabilizzanti:
il materiale potrà essere additivato e stabilizzato con agenti anti invecchiamento. Il materiale dovrà essere stabile all'azione della luce.

12.3 METODO DI FABBRICAZIONE DI TUBI

I tubi dovranno essere realizzati per estrusione con adatte macchine.

12.4 CLASSI E DIMENSIONI DELLE TUBAZIONI PER FUNZIONAMENTO IN PRESSIONE

Le tubazioni di PVC saranno calcolate in base ad una resistenza ammissibile sulla parete a 20°C estrapolate a 50 anni, di 100 kgf/cm² (UNI 7441/75 DIN 8062).

Le tubazioni in PVC 100 saranno suddivise in 4 classi, previste per le pressioni nominali, alla temperatura di 20°C, di seguito elencate (Norme UNI 7441.75):

serie tubazioni	1	2	3	4
pressione interna (kgf / cmq)	4	6	10	16

Le variazioni delle pressioni di esercizio, rispetto alla nominale, in funzione della temperatura saranno (Norma UNI 7441.75).

TEMPERATURA ° C	CLASSI DI PRESSIONI NOMINALI (kgf/cm ²)			
20	4.0	6	10	16.0
40	2.5	4	6	10.0
60	-	-	1	2.5

Le tubazioni dovranno essere fornite in lunghezza di 6 o 12 m.

Le dimensioni dei diametri nominali degli spessori e dei pesi unitari per ogni classe di tubi sono riportate nella tabella che segue. Per il calcolo dei pesi si sono considerati i seguenti parametri:

- massa volumetrica : 1,42 kg/dmc
- spessore: pari a quello teorico maggiorato di metà della massima tolleranza ammessa dalla norma UNI 7441.75.

Le tolleranze sullo spessore e sul diametro esterno medio saranno conformi a quanto prescritto nella norma UNI 7441.75.

I raccordi ed i pezzi speciali in PVC dovranno rispondere alle caratteristiche contenute nella norma UNI 7442.75.

φ	PN 4 (SERIE 1)			PN 6 (SERIE 2)			PN 10 (SERIE 3)			PN 16 (SERIE 4)		
	s	d	p	s	d	p	s	d	p	s	d	p
50	-	-	-	1.85	46.4	0.43	2.4	45.2	0.56	3.7	42.6	0.87
63	1.8	59.4	0.54	1.9	59.2	0.57	3.0	57.0	0.87	4.7	53.6	1.40
75	1.8	71.4	0.64	2.2	70.6	0.72	3.6	67.8	1.25	5.6	63.8	1.75
90	1.8	86.4	0.80	2.7	84.6	1.10	4.3	81.4	1.80	6.7	76.6	2.60
110	2.2	105.6	1.20	3.2	103.6	1.70	5.3	99.4	2.70	8.2	93.6	4.00
125	2.5	120.0	1.30	3.7	117.6	2.20	6.0	113.0	3.30	9.3	106.4	5.10
140	2.8	134.4	1.90	4.1	131.8	2.70	6.7	126.6	4.30	10.4	119.2	6.60
160	3.2	153.6	2.40	4.7	150.6	3.60	7.7	144.6	5.60	11.9	136.2	8.20
180	3.6	172.8	3.00	5.3	169.4	4.40	8.6	162.8	7.00	13.4	153.2	10.50
200	4.0	192.0	3.90	5.9	188.2	5.60	9.6	180.8	8.50	14.9	174.2	13.10
225	4.5	216.0	4.80	6.6	211.8	6.70	10.8	203.4	11.00	-	-	-
250	4.9	240.2	5.90	7.3	235.4	8.50	11.8	226.2	13.30	-	-	-
280	5.5	269.0	6.50	8.2	263.6	10.70	13.4	253.2	16.70	-	-	-
315	6.2	302.6	9.80	9.2	299.6	13.20	15.0	285.0	21.20	-	-	-
355	7.0	341.0	12.80	10.4	334.2	17.00	-	-	-	-	-	-
400	7.9	384.2	15.10	11.7	376.6	22.20	-	-	-	-	-	-
450	8.9	432.2	18.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	9.8	480.4	23.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
560	11.	538.0	28.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	12.4	605.2	38.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12.5 SISTEMI DI GIUNZIONE E LORO ESECUZIONE

12.5.1 Giunti a bicchiere e/a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

Le operazioni per realizzare la corretta messa in opera del giunto sono:

- 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 e 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.

12.5.2 Giunti a bicchiere e/a manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio

Le operazioni per realizzare la corretta messa in opera del giunto sono:

- a) verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI citate;
- 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 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.

12.5.3 Giunto a serraggio meccanico con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

12.5.3.1 Giunto 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 lunghezza utile 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 una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurarsi che esse siano integre, infilare le due estremità del 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.

12.5.3.2 Giunto 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
- d) dall'anello di serraggio disposto con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
- e) infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione
- f) toroidale elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo. Nel caso di
- g) misure medie e grandi si dovrà lubrificare con acqua saponata o vaselina la parte
- h) terminale del tubo e la guarnizione toroidale elastomerica;
- i) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo. Per il serraggio finale, nelle misure medie e grandi, dovrà essere usata una chiave a nastro.

12.5.4 Giunto a flangia libera con collare di appoggio o fissa

Anche per questo tipo di giunto si tenga conto di quanto indicato al punto 12.5.3.1.

- a) Infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- b) unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto al punto 12.5.2;
- c) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- d) bullonare effettuando il serraggio a croce.

12.6 CLASSI E DIMENSIONI DELLE TUBAZIONI PER FUNZIONAMENTO A PELO LIBERO

Le tubazioni di PVC tipo UNI 303 sono adatte al convogliamento di scarichi di acque di rifiuto civili ed industriali ; esse sono suddivise in due classi (UNI 7447):

- tipo UNI 303/1;
 - tipo UNI 303/2.
- Le condizioni di impiego normalmente previste possono essere così riassunte:
- Tipo UNI 303/1: temperatura massima permanente 40°C; massimo ricoprimento del terreno (misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo) è m; traffico stradale pesante = 18 t/asse; trincea larga o stretta;
 - Tipo UNI 303/2: temperatura massima permanente 40°C; massimo ricoprimento del terreno (misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo) 4 m; traffico stradale medio e leggero < 12 t/asse; trincea stretta.

Le tubazioni dovranno essere fornite in lunghezza di 6 m più la lunghezza del giunto incorporato.

Le dimensioni dei diametri nominali degli spessori, dei diametri interni e dei pesi unitari per ogni classe di tubi sono riportate nella Tabella che segue.

Per il calcolo dei pesi si sono considerati i seguenti parametri:

- massa volumetrica: 1.42 kg/dmc;
- spessore: pari a quello teorico maggiorato di metà della massima tolleranza ammessa dalla norma UNI 7447.

	TIPO UNI 303/1			TIPO UNI 303/2		
DIAMETRO NOMINALE MM	SPESORE INTERNO MM	DIAMETRO INTERNO MM	PESO KG/M	SPESORE MM	DIAMETRO INTERNO MM	PESO KG/M
110	3.0	103.50	1.54	3.0	103.50	1.54
125	3.0	118.50	1.76	3.0	118.50	1.76
160	3.6	152.24	2.70	3.2	153.08	2.41
200	4.5	190.35	4.20	3.9	191.61	3.66
250	6.1	236.99	7.06	4.9	239.51	5.72
315	7.7	298.63	11.19	6.2	301.78	9.09
400	9.8	379.22	18.05	7.8	383.42	14.48
500	12.2	474.18	28.05	9.8	479.22	22.69
630	15.4	597.46	44.54	12.3	603.97	35.82
710	17.4	673.26	56.67	14.0	680.40	45.89
800	19.6	758.64	71.89	15.6	767.04	57.60

Le tolleranze sullo spessore e sul diametro esterno medio saranno conformi a quanto prescritto nella norma UNI 7447.

I raccordi ed i pezzi speciali in PVC dovranno rispondere alle caratteristiche contenute nelle norme UNI 7447 e UNI 7449.

12.7 TRASPORTO E ACCATASTAMENTO DEI TUBI

Nel trasporto delle tubazioni bisognerà appoggiare i tubi per tutta la lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni.

Si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminate.

Le imbragature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon; se si usano cavi di acciaio i tubi dovranno essere protetti nella zona di contatto con essi.

Le operazioni di carico e scarico dovranno essere fatte con cura.

I tubi non dovranno essere buttati nè fatti strisciare, ma dovranno essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

I tubi dovranno essere accatastati su una superficie piana per una altezza massima di m. 1,50.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

12.8 SISTEMI DI GIUNZIONE E LORO ESECUZIONE

Per quanto riguarda i sistemi di giunzione per le tubazioni con funzionamento a pelo libero valgono le modalità riportate nel paragrafo 12.5.

12.9 PROVE E COLLAUDI

A completamento di quanto più sopra specificato, per le prove e collaudi sui materiali valgono le seguenti norme:

UNI 7448.75: tubi di PVC rigido (non plastificato).

Metodi di prova.

UNI 7449.75: raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato).

Metodi di prova.

Le prove saranno eseguite da un Istituto ufficiale specializzato, a giudizio della Direzione Lavori ed in presenza di un suo rappresentante, sia sui prodotti di una stessa partita giacenti presso il fabbricante, sia sulle tubazioni giacenti in cantiere o finite in opera.

I campioni prelevati per le prove saranno numerati, marcati, catalogati e registrati in apposito registro ed i certificati emessi dall'Istituto dovranno riportare, oltre i risultati, la data di esecuzione delle prove, il numero dei campioni e quant'altro serve ad identificare le partite di fornitura.

L'Impresa dovrà fornire a sue spese la mano d'opera e l'assistenza necessaria (prelievo e fornitura dei campioni, trasporto all'Istituto ecc.) apparecchiature per prove in cantiere, per l'esecuzione delle prove stesse.

Tutti gli oneri derivanti dalle operazioni per prove e collaudi, nonchè il costo delle prove presso l'Istituto, saranno a carico dell'Impresa.

12.10 CERTIFICATI DI PROVA E DI QUALITÀ

I certificati di prova e qualità sono emessi da Istituto ufficiale e presentati all'Impresa, saranno ammessi qualora il fabbricante dei tubi in polietilene sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione.

In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data di fornitura e subordinati alla dimostrazione che i tubi vennero prelevati e contrassegnati da un delegato dell'Istituto in cui sono state eseguite le prove.

L'accettazione di tali certificati non esclude che, a giudizio della Direzione Lavori, possano venir eseguite ulteriori prove in cantiere.

12.11 COLLAUDO IN OPERA

La prova si intende riferita alla condotta posata in opera con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, intendendo quindi escluso qualsiasi altro accessorio idraulico tipo: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi di PVC sarà effettuata su tratte di lunghezza fino a 1000 m.

Dovrà innanzitutto essere realizzato un opportuno ancoraggio della condotta nello scavo, mediante il parziale riempimento con terra vagliata, che lasci i giunti scoperti ed ispezionabili e/o con blocchi di ancoraggio in calcestruzzo.

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.

Per le prove di tenuta idraulica delle tratte funzionanti a pelo libero si rimanda a quanto prescritto nel paragrafo 12.12 "Posa in opera delle tubazioni". Per le tratte funzionanti in pressione la prova verrà condotta come segue.

Si procederà al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato anche il manometro.

Dovrà essere posta la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc. per consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta 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 due 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.

Quest'ultima sarà di 1.5 volte la pressione di esercizio a 20°C, 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.

12.12 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

Per le tubazioni in PVC il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile ed eseguito secondo le norme specifiche dell'art.19 , sarà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e creare un piano d'appoggio continuo per tutta la lunghezza del tubo.

La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente a permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione.

Prima della posa in opera del tubo sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia, o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm e che non contenga pietruzze, sul quale verrà posto il tubo che sarà rinfiancato con costipamento del materiale minuto a mano almeno 20 cm per lato e ricoperto con il medesimo 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 o altro materiale di rinterro indicato dalla D.L. per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Ogni qualvolta non sia assicurato ai tubi un ricoprimento di almeno 80 cm, e comunque quando la D.L. lo riterrà necessario, la posa dei tubi dovrà avvenire con sottofondo, rinfianco e ricoprimento realizzato con conglomerato cementizio.

Il sottofondo avrà spessore di cm 20 e di norma avrà un tenore di 2 q.li/m³ di cemento tipo R325.

Il materiale introdotto dovrà essere accuratamente costipato e subito dopo adattato alla forma del tubo, affinché questo appoggi perfettamente.

Il rinfianco verrà di norma distinto dal ricoprimento; dovrà interessare almeno la metà inferiore del tubo e avrà uno spessore di almeno 20 cm.

Il ricoprimento verrà attuato per almeno 20 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

ART. II-14 TUBAZIONI IN ACCIAIO E TUBAZIONI PRE-ISOLATE IN ACCIAIO**TUBAZIONI IN ACCIAIO****14.1 TUBAZIONI PREVISTE**

I tubi dovranno essere in acciaio non legato saldabile e presentare le caratteristiche indicate nella norma UNI 6363-84 riguardante i tubi senza saldature e saldati di acciaio non legato per condotte d'acqua, nella norma UNI 1285-68 riguardante il calcolo dello spessore dei tubi e nella Circolare 2136 del 5.5.1966 Min.LL.PP. riguardante le "Istruzioni per l'impiego delle tubazioni di acciaio saldate".

Le tubazioni saranno provate in officina a 29 bar.

In particolare le tubazioni dovranno essere in acciaio S275 JR (Fe 430 B) del tipo saldato elicoidalmente con saldatura elettrica a resistenza e le estremità saranno predisposte per saldatura di testa delle dimensioni corrispondenti alla serie B del punto 7 della norma UNI 6363-84, con rivestimento esterno bituminoso di tipo pesante.

All'atto dell'ordinazione l'Impresa richiederà al fornitore il certificato di controllo secondo le norme UNI 5447-64, punto 4

Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere del tipo AISI 304.

14.2 SUPERFICIE

I tubi dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicare l'impiego. Saranno ammessi tuttavia locali leggeri aumenti o diminuzione di spessore, piccole striature longitudinali dovute al processo di fabbricazione, purchè lo spessore rimanga compreso in ogni punto entro le tolleranze prescritte dal presente articolo.

E' ammessa l'eliminazione dei difetti purchè lo spessore finale non risulti inferiore al minimo prescritto.

14.3 FORMA

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e dovranno presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte.

Le estremità di ciascun tubo dovranno essere tagliate perpendicolarmente all'asse del tubo stesso e non dovranno presentare bavature.

14.4 ESTREMITÀ

I tubi dovranno avere le seguenti estremità:

- per giunzioni testa a testa:
lisce, per spessore fino a 3,2 mm incluso;
smussate, per spessore maggiore di 3,2 mm
- per giunzione a bicchiere:
giunto cilindrico per tubi < = DN 125
giunto sferico per tubi > = DN 150

14.5 LUNGHEZZA

I tubi dovranno essere forniti nei seguenti campi di lunghezza da 4 a 8 m o da 8 a 13,5 m. Eccezionalmente potranno essere fornite lunghezze diverse da concordare.

Per i tubi con lunghezza da 8 a 13,5 m sarà ammesso che la fornitura, per un massimo dell'8%, contenga tubi di lunghezza minore di 8m, ma in nessun caso minore di 4 m.

14.6 PROVE SUI TUBI

Il fornitore dovrà garantire che i tubi corrispondano alle prescrizioni contenute nella Norma UNI 6363-84 e, a richiesta del Committente, dovrà rilasciare una dichiarazione da cui risulti l'esito delle verifiche e delle prove effettuate in officina.

In ogni caso il Committente potrà richiedere l'esecuzione, presso lo stabilimento di produzione o presso laboratori specializzati, di tutte le prove previste dalla norma UNI 6363-84.

14.7 DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DA ASSEGNARE ALLA TUBAZIONE

Premesso che la pressione nominale (PN), a temperatura ambiente, è la massima pressione a cui possono essere sottoposti in esercizio i tubi, comprensiva pertanto degli eventuali colpi d'ariete, lo spessore del tubo dovrà soddisfare la norma UNI 1285-68 e su richiesta, per i soli tubi saldati, la circolare n° 2136 del 5 maggio 1966.

14.8 RIVESTIMENTI

14.8.1 Generalità

La protezione esterna e/o interna dovrà essere concordata di volta in volta scegliendo fra quelle sotto indicate:

Superficie esterna

- | | | |
|------------------|----|---|
| Tratti aerei | 1) | Semplicemente bitumati |
| | 2) | Verniciati con minio di piombo oleosintetico |
| | 3) | Rivestimento in resina |
| | 4) | Zincati per metallizzazione a spruzzo o a caldo o con vernice |
| Tratti interrati | 1) | Rivestimenti bituminosi di tipo "Normale" o "Pesante" |
| | 2) | Rivestimenti in resina |

Superficie interna

- | | |
|----|---|
| 1) | Semplicemente bitumata |
| 2) | Bitumata a spessore (per DM > 50) per centrifugazione |
| 3) | Rivestita in resina |
| 4) | Zincatura a caldo |

Il rivestimento interno dovrà in ogni caso corrispondere alle normative in vigore per il contatto continuo con acqua potabile. La D.L. potrà richiedere alle Autorità competenti (USSL, Ministero Sanità, ecc.) l'esecuzione di prove e certificazioni specifiche; i costi relativi sono a carico dell'Appaltatore.

14.8.2 Caratteristiche dei rivestimenti

- a) Rivestimento bituminoso esterno tipo "Normale", da prevedersi per condotto interrato in ambienti e condizioni di esercizio normali.

- Costituzione

- fondo pellicola di bitume
- protettivo strato di adeguato spessore di miscela bituminosa
- armatura doppio strato di feltro di vetro impregnato con detta miscela bituminosa
- finitura pellicola di idrato di calcio

- Armatura

feltro di vetro: peso medio < 50 g/mq.

- Spessore del rivestimento

DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm	DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm
-	-	350÷400	5
40÷65	3	450÷500	5.5
80÷100	3.5	550÷600	6.5
125÷150	4	650÷800	7
-	-	900	7.5

175÷300	4.5	1000÷1200	8
-	-	1300÷1550	8.5

- b) Rivestimento bituminoso esterno tipo "Pesante", da prevedersi per condotte interrate od immerse in zone accidentate ed in ambienti aggressivi e per il convogliamento di acqua calda fino alla temperatura max di 40 °C.

- Costituzione

- fondo pellicola di bitume
- protettivo strato di adeguato spessore di miscela bituminosa
- prima armatura strato di feltro di vetro impregnato con detta miscela bituminosa
- seconda armatura strato di tessuto di vetro impregnato con detta miscela bituminosa
- finitura pellicola di idrato di calcio

- Armatura

- feltro di vetro: peso medio < 50 g/mq
- tessuto di vetro: peso medio > 180 g/mq.

- Spessore del rivestimento

DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm	DIAMETRO NOMINALE mm	SPESS. MEDIO TOTALE mm
-	-	350÷00	6
40÷65	4	450÷500	7
80÷100	4.5	550÷600	8
125÷100	5	650÷800	8.5
-	-	900÷1200	9
175÷300	5.5	1300÷1550	9.5

- c) Verniciatura esterna con minio di piombo oleosintetico da prevedersi per condotte aeree in ambienti e condizioni normali di esercizio.

- Costituzione

pellicola di minio di piombo oleosintetico.

- Caratteristiche

- minio di piombo in resina glicerofalica modificata con olii;
- spessore medio totale: 40.

- d) Semplice bitumatura esterna da prevedersi per condotte aeree in ambienti e condizioni normali di esercizio e quando è prevista l'applicazione di rivestimento bituminoso in opera.

- Costituzione

Pellicola di bitume

- e) La zincatura esterna a spruzzo da prevedersi per condotte aeree in ambienti atmosferici aggressivi.

- Costituzione

- preparazione della superficie: sabbiatura
- strato di zinco

- Caratteristiche

- Zinco utilizzato
 titolo > 99,90% (UNI 2013)
 Spessore:
 strato di 60 ÷ 70 di zinco
 controllabile con metodo magnetico (UNI 4195) oppure con metodo chimico (UNI 4238).
 Aderenza:
 non devono rilevarsi distacchi del rivestimento a seguito di intagli a reticolo (UNI 5102).
- f) La verniciatura esterna con vernice allo zinco da prevedersi per condotte aeree in ambienti atmosferici aggressivi.
- Costituzione
 - preparazione della superficie: sabbiatura
 - pellicola di vernice ad alto contenuto in zinco.
 - Caratteristiche
 - polvere di zinco di elevata purezza in legante sintetico
 - spessore medio totale: 40.
- g) La semplice bitumatura interna da prevedersi per il convogliamento di acque non aggressive e condizioni normali di esercizio.
- Costituzione
 - pellicola di bitume
- h) La zincatura interna ed esterna a caldo da prevedersi per condotte per il convogliamento di acque aggressive e per condotte aeree in ambienti atmosferici aggressivi.
- Costituzione
 - preparazione della superficie: decapaggio
 - strato di zinco
 - Caratteristiche
 - Zinco utilizzato
 titolo > 98,25% (UNI 2013)
 Massa media per unità di superficie
 metodo Aupperle (UNI 5741): < 400 g/mq
 Uniformità
 metodo Presce (UNI 5743): > 4 immersioni
 Aderenza:
 - per $\phi < 70$: non devono rilevarsi cricature all'esame ad occhio nudo, dopo piegamento a 90° (ϕ mandrino - 16 ϕ e tubo);
 - per $\phi < 70$: non devono rilevarsi cricature all'esame ad occhio nudo dopo schiacciamento fino a 12 volte lo spessore del tubo.
- i) Il rivestimento bituminoso interno a spessore da prevedersi per acquedotti per il convogliamento di acque aggressive dolci e dure, acque salmastre, acqua di mare ed altre eventuali fluidi corrosivi.
- Costituzione
 - preparazione della superficie: decapaggio - fosfatizzazione
 - fondo: pellicola di bitume
 - protettivo: strato di adeguato spessore di miscela bituminosa
 - Spessore del rivestimento

DIAMETRO NOMINALE mm	SPESSORE MEDIO TOTALE mm
50÷275	2
300÷1550	3

- l) Il rivestimento interno a base di resine epossidiche, senza solventi, avrà spessore 250 micron, e dovrà essere presentato il certificato di idoneità al contatto con liquidi alimentari, cos' come stabilito dalla circolare 102/73 del Ministero della Sanità.

14.9 PROVE SUI RIVESTIMENTI

I rivestimenti finiti dovranno essere sottoposti alle seguenti prove:

- controllo della costituzione del rivestimento: consistente nella verifica della costituzione secondo quanto precedentemente descritto nonché della compattezza e della buona formatura;
- prova della continuità: verrà eseguita con strumento del tipo rilevatore a scintilla (detector) capace di fornire una tensione elettrica alternata sufficiente a mettere in evidenza eventuali discontinuità del rivestimento. La prova verrà considerata positiva per tensione compresa tra 10.000 e 15.000 volt;
- controllo dello spessore del rivestimento: dovrà essere eseguito sul 3% dei tubi rivestiti; sullo spessore medio totale verrà ammessa una tolleranza pari a - 10%.

14.10 PEZZI SPECIALI

I pezzi speciali dovranno, di norma, essere ricavati da tubi aventi le stesse caratteristiche di quelli diritti e, quando possibile, sottoposti in officina ad una pressione di prova doppia di quella massima di esercizio, ma comunque non superiore a quella a cui viene assoggettato il corrispondente tubo diritto.

Qualora non si possa effettuare la prova con le normali attrezzature, la stessa dovrà essere eseguita in officina ed ai valori sopra stabiliti, sul tubo di partenza.

Per pezzi speciali particolari potranno essere concordate, all'atto dell'ordinazione, prove supplementari.

Le estremità dei pezzi speciali dovranno essere identiche a quelle dei tubi diritti della condotta e, ove necessario, di altro tipo da precisare.

Nel caso di giunzione a flangia, salvo diversa prescrizione, queste ultime dovranno essere del tipo "Flange libere con anello di appoggio da saldare a sovrapposizione" forate secondo la UNI 2223-67 e per le rispettive PN.

14.11 TRASPORTO DEI TUBI PROTETTI CON RIVESTIMENTI ESTERNI

Allo scopo di mantenere efficiente la protezione con rivestimento bituminoso o altri rivestimenti, sarà opportuno, durante le operazioni di trasporto e maneggio tubi, tener presente le seguenti raccomandazioni.

Durante le operazioni di carico e scarico, i tubi singoli o in fascio non dovranno 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, sarà opportuno manovrarli singolarmente agganciandoli alle due estremità.

I tubi dovranno 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 o sottostanti.

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

Durante il trasporto in ferrovia, nave od automezzo, i tubi dovranno essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti; i montanti contro i quali poggiano i

tubi esterni dovranno essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci, ecc.).

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

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 dovrà avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre o altri oggetti acuminati che possano penetrare nel rivestimento; dovrà inoltre essere sgombrata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

14.12 SALDATURA DELLA CONDOTTA

La saldatura di testa in cantiere 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.

Prima di essere assiemati i tubi dovranno essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati.

I tubi dovranno anche essere puliti all'interno per eliminare ogni materiale che vi fosse eventualmente introdotto.

Quindi, a seconda del tipo di giunzione, si avvicineranno le testate dei tubi o si accoppieranno i bicchieri o si procederà alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo, ed in qualche caso sopra lo scavo stesso, pronti per essere posati quando il letto di posa sarà disponibile.

Nel caso di pendenze elevate e di giunti a bicchiere, i tubi dovranno essere collocati con i bicchieri rivolti verso l'alto facilitando così l'esecuzione delle giunzioni.

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 (Sp 3,2 mm) e di piccolo diametro (DN 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 40,80°C.

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

Dovranno essere impiegati saldatori qualificati 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 1962.

14.13 ISPEZIONE, CONTROLLO E PROVE DELLE SALDATURE

L'Amministrazione Appaltante avrà il diritto di ispezionare tutte le saldature sia alla fine dell'operazione che durante l'operazione stessa, purché ciò non costituisca intralcio al normale svolgimento del lavoro.

L'ispezione dovrà essere eseguita anche saltuariamente dalla Direzione Lavori o da un suo incaricato:

- al taglio e preparazione dei lembi;
- alla presentazione degli smussi;
- alla pulizia dei lembi dello smusso;
- al controllo visivo delle saldature di prima passata e relativa penetrazione;
- al controllo di buona esecuzione delle passate successive.

La saldatura dovrà risultare esente da irregolarità e dovrà avere l'aspetto di una lavorazione accurata. Le incisioni marginali non possono superare 0,8 mm di profondità, rispetto alla generatrice esterna del tubo passante per quel punto.

Indipendentemente da quanto sopra, su specifica richiesta della Direzione Lavori le giunzioni saldate dovranno essere sottoposte ad una prova di tenuta che permetta di localizzare ed eliminare le eventuali saldature difettose senza attendere il collaudo idraulico finale. Nei vari tronchi, chiusi alle due estremità, dovrà essere immessa aria compressa a 6-7 atm mentre verranno bagnate con acqua fortemente saponata le singole saldature.

Per tubazioni di particolari esigenze potranno essere concordati esami non distruttivi delle saldature.

14.14 REVISIONE E RIPARAZIONE DEI RIVESTIMENTI

Prima di calare le colonne o i singoli tubi nello scavo si dovrà procedere ad un'accurata revisione del rivestimento a vista, da integrare eventualmente con l'uso di un detector tarato a 10.000 V, per individuare le zone di lesione e ripararle. La riparazione si eseguirà asportando accuratamente tutta la parte distaccata e in via di distacco, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume.

Quando la vernice sarà asciutta, si applicherà uno strato di bitume fuso (dello spessore di almeno 2 mm) e si ricoprirà accuratamente con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume.

La ricopertura dovrà estendersi per almeno 5 cm oltre il contorno della parte lesionata. Nel caso di piccoli difetti e di piccole avarie la riparazione potrà limitarsi a semplice sfiammatura e lisciatura con spatola.

14.15 RIVESTIMENTO DELLE ZONE DI GIUNZIONE E DELLE ZONE DA RIPRISTINARE

La protezione della zona del giunto dovrà essere eseguita con il seguente procedimento:

- sulle estremità del rivestimento di fabbrica realizzare, con opportuno utensile, un invito a becco di flauto;
- pulire 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 cm ca. del rivestimento esistente sui tubi nelle parti adiacenti alla zona metallica nuda;
- applicare sulle parti sopra indicate, rese pulite ed asciutte, almeno n° 1 mano di vernice bituminosa;
- applicare, dopo che la pellicola di vernice è ben essicata, 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;
- controllare con un rilevatore a scintilla, tarato per una tensione di 10.000-12.000V, lo strato di bitume o di adesivo e ripristinare la sua continuità nei punti di scarica;
- eseguire una fasciatura in doppio strato con tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 5 cm.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere altri tipi di fasciatura, come quella eseguita con prodotti a freddo o mediante manicotti termoresistenti.

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).

14.16 PROVA IDRAULICA DELLE CONDOTTE E LORO DISINFEZIONE

La prova dovrà essere effettuata per tratti di lunghezza media di 500 m; lunghezze diverse potranno essere concordate fra Direzione Lavori e l'Impresa in relazione al tipo di impianto in esecuzione.

Ciascun tratto da provare dovrà essere unito ai due adiacenti mediante gruppi di prova corredati di fondello di chiusura, by-pass od elemento di sostituzione; in alternativa, su parere favorevole della Direzione Lavori, potranno essere impiegati piatti di chiusura oppure flange cieche nei casi in cui il tratto in prova terminerà con una flangia.

L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario all'esecuzione delle prove cioè l'acqua di riempimento delle tubazioni, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori.

La prova verrà effettuata riempiendo gradualmente d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pompa idraulica applicata all'estremo più depresso della tratta stessa in ragione di non più di un'atmosfera al minuto primo.

Dopo il riempimento dovranno essere lasciati aperti, per un certo periodo, gli sfiati per favorire l'uscita di ogni residuo di aria.

I singoli tratti dovranno essere sottoposti ad una pressione di prova che sia di 5 atm più alta della rispettiva pressione di esercizio e, comunque, non inferiore a 15 atm.

La prova avrà la durata di 24 ore e non dovrà in nessun caso interessare le varie apparecchiature installate sulla tubazione.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai risultati riportati sul grafico del manometro registratore.

Quando richiesto dalla Direzione Lavori ogni prova delle tratte di tubazione, dovrà essere riportata su verbale accompagnata dal diagramma registratore.

A richiesta della Direzione Lavori la prova verrà effettuata a giunti scoperti con tubazione parzialmente rinterrata. In questo caso all'inizio della prova dovranno essere bene aperte e sgombre tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti ed asciutti tali da permettere il controllo visivo dei medesimi da parte della Direzione Lavori.

Qualora le prove non diano risultato favorevole, si dovrà provvedere, a cura dell'Impresa, alle necessarie sostituzioni o riparazioni e le prove dovranno essere ripetute

con le stesse modalità.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a sue spese la disinfezione delle condotte secondo le prescrizioni della USSL competente o, in mancanza, secondo le indicazioni della D.L.

14.17 RIPRISTINI

Al termine della prova, qualora sia stata effettuata a giunti scoperti, dovranno essere effettuati i rivestimenti delle zone di giunzione e il ricoprimento del tubo in corrispondenza delle nicchie, seguendo gli stessi criteri previsti al paragrafo 14.15.

I ripristini delle pavimentazioni stradali dovranno essere effettuati dall'Impresa secondo le prescrizioni degli Enti interessati anche per quanto riguarda i termini di tempo e le norme di sicurezza, salvo i casi in cui la Direzione Lavori non provveda direttamente alla loro esecuzione tramite gli Enti stessi od a mezzo di Impresa specializzata.

Il rifacimento dei manufatti, demoliti o danneggiati dai lavori, dovrà eseguirsi a perfetta regola d'arte, nel rispetto delle dimensioni preesistenti e secondo le prescrizioni dei proprietari od enti interessati.

Nei ripristini relativi ad attraversamenti di fiumi, torrenti o corsi d'acqua in genere, la Direzione Lavori esaminerà di volta in volta la necessità di realizzare speciali difese idrauliche mediante il rivestimento degli argini con calcestruzzo o pietrame, o mediante la posa di blocchi, in pietra naturale o manufatti, gabbioni, buzzoni, fascinate, ecc.

Così pure nei ripristini relativi ad attraversamenti di canali di irrigazione o corsi d'acqua pensili, la Direzione Lavori esaminerà, di volta in volta, la necessità di eseguire il rivestimento completo del fondo e delle sponde onde evitare infiltrazioni o rotture.

14.18 ALTRE PRESCRIZIONI NELLA POSA DEI TUBI

In presenza di altre strutture metalliche interrate si dovrà tenere la condotta alla massima distanza possibile da esse. In particolare:

- a) per le condotte urbane:
 - nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, si dovrà controllare anzitutto il rivestimento con particolare cura, mediante un rivelatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità; quindi dovrà essere eseguito un rivestimento supplementare come indicato al paragrafo 14.15 e, nell'eventualità che possano verificarsi contatti tra le strutture, dovranno essere inseriti tasselli di materiale dielettrico (ad es. tela bachelizzata, PVC, ecc) dello spessore di almeno 1 cm;
 - negli incroci si dovrà mantenere una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente la si dovesse ridurre, si dovrà eseguire sulla condotta da proteggere un rivestimento supplementare come indicato al paragrafo 14.15 ed avente una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; inoltre, se esistesse il pericolo di contatti (ad es. per assestamento del terreno), si dovrà interporre una lastra di materiale dielettrico (ad es. tela bachelizzata, PVC, ecc.) con spessore uguale a 1 cm, larghezza uguale a 2-3 volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della disposizione delle condotte.
- b) per le condotte extraurbane:
 - si dovrà operare nei parallelismi come sopra quando la distanza si riduca a meno di 75 cm; si dovrà operare negli incroci come sopra quando la distanza si riduca a meno di 75 cm.

Nel caso di tubi guaina, si dovranno isolare elettricamente le condotte dai tubi stessi (ad es. negli attraversamenti stradali e ferroviari) inserendo zeppe e tasselli di materiale elettricamente isolante, meccanicamente resistente ed imputrescibile rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nell'intercapedine fra condotta e tubo-guaina. Sarà opportuno impiegare tubi-guaina dotati di adeguato rivestimento esterno in tutti i casi in cui ciò sarà possibile.

Sui sostegni in calcestruzzo delle condotte aeree si dovrà interporre fra le condotte e le solette di appoggio lastre e guaine di materiale dielettrico (ad es. gomma telata, PVC, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni.

Per gli appoggi costituiti da mensole e rulli metallici si dovranno isolare elettricamente le condotte mediante manicotti e lastre di materiale dielettrico, ad es. PVC.

I giunti isolanti, dovranno essere installati in manufatti edilizi ed in camerette accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione; se non sarà possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte e nel caso di giunti interrati, i giunti stessi dovranno essere opportunamente rivestiti per isolarli dall'ambiente esterno come indicato nel paragrafo 14.15.

L'esecuzione degli attacchi delle derivazioni e delle utenze sulla condotta principale dovrà essere realizzata mediante giunzione saldata od a vite e manicotto.

14.19 PROTEZIONE CATODICA

14.19.1 Progettazione esecutiva della protezione catodica

Entro due mesi dalla consegna dei lavori, la ditta appaltatrice presenterà all'Amministrazione il progetto esecutivo delle protezioni attive e passive di tutte le condotte. Il progetto comprenderà:

- la relazione sulle caratteristiche geoelettriche dei terreni attraversati;
- l'indicazione dettagliata del tipo di rivestimento esterno protettivo delle condotte da prevedere nei singoli tratti, della posizione dei giunti dielettrici e di ogni tipo di manufatto richiesto per l'isolamento delle condotte;
- le caratteristiche tecniche, dimensionali, d'esercizio, di posizionamento, ecc. degli impianti di protezione catodica e degli anodi sacrificali.

Entro due mesi dalla sua trasmissione sarà controllato dalla Direzione Lavori, che potrà segnalare l'opportunità di varianti od integrazioni. I controlli della D.L. e gli eventuali suggerimenti, anche se recepiti nel progetto, non ridurranno la responsabilità piena e globale della ditta in ordine alla perfetta rispondenza delle protezioni attive e passive.

In ogni caso, a seguito dei detti accertamenti tecnici e delle risultanze del progetto, la D.L. a suo insindacabile giudizio ha facoltà di ordinare alla ditta appaltatrice l'utilizzazione di tubazioni diverse dall'acciaio in tratti di particolare difficoltà per la piena funzionalità della protezione catodica o per la presenza di possibili interferenze con altri servizi sottosuolo in acciaio protetti o meno.

Successivamente alla posa in opera delle condotte, la ditta dovrà accertare lo stato elettrico delle condotte posate individuando le eventuali necessità di apportare varianti al precedente progetto della protezione catodica. In tale eventualità la ditta dovrà ripresentare il nuovo progetto onde ottenere la nuova approvazione della Direzione Lavori. Anche per quest'ultima approvazione vale quanto prima detto a proposito dell'unica e globale responsabilità dell'Impresa.

14.19.2 Dimensionamento

L'impianto di protezione catodica dovrà assicurare in ogni punto della struttura un potenziale elettrico, misurato rispetto all'elettrodo al Cu/CuSO_4 , inferiore a -0,85 V nei terreni aerobici od a -0,95 V nei terreni anaerobici.

Salvo casi eccezionali il suddetto potenziale non potrà essere inferiore a -2,5V (rispetto all'elettrodo al Cu/CuSO_4).

Prima dell'installazione delle apparecchiature elettriche sarà misurato l'isolamento medio delle tubazioni da proteggere e, nel caso che il suo valore fosse inferiore a 5000 ohm $\times \text{m}^2$, si effettuerà un'indagine elettrica per rilevare le cause e per studiare i possibili rimedi.

L'impianto dovrà essere dimensionato ed installato in modo da evidenziare le interferenze elettriche su altre strutture metalliche interrate nelle vicinanze, restando in ogni caso l'Impresa appaltatrice unica responsabile di ogni danno anche futuro indotto sulle dette strutture.

14.19.3 Osservanza delle norme

L'impianto sarà realizzato secondo le Norme CEI e la vigente legislazione antinfortunistica (legge 12.2.55 e D.P.R. n° 547 del 27.4.1955 e successive integrazioni e modifiche).

14.19.4 Alimentatori

Gli alimentatori saranno a corrente oppure, in presenza di accentuate zone anodiche, a tensione costante.

Gli alimentati saranno costituiti da:

- un interruttore automatico magnetotermico sull'entrata in corrente alternata;
- un cambiatensione per l'adattamento dell'alimentatore alla rete di distribuzione dell'energia elettrica monofase 220÷380 V;
- un reattore magnetico saturabile;
- un ponte di raddrizzatori al selenio;
- un commutatore per la regolazione della tensione continua in uscita;
- un commutatore per la regolazione della corrente erogata;
- strumenti di classe I.T. per la misura della tensione ai morsetti di uscita, della differenza di potenziale tubo/terra e della corrente erogata.

Gli alimentatori saranno dimensionati in modo che la loro potenza in uscita sia il 70% circa di quella nominale.

Gli alimentatori con corrente nominale di 15 A dovranno avere il gruppo trasformatore raddrizzatore-reattore magnetico saturabile in bagno d'olio, mentre quelli con corrente nominale minore od uguale a 15 A potranno avere il suddetto gruppo isolato in aria.

14.19.5 Dispensori anodici

I dispersori saranno dimensionati per una durata di 15 anni e potranno essere superficiali o profondi.

I dispersori superficiali saranno costituiti da anodi di grafite, di lega di ferrosilicio o di leghe similari interrati ad una profondità minima di 1,8 m. Intorno a ciascun anodo sarà realizzato un letto di posa con polverino di coke o con bentonite ventilata tipo A. Le connessioni dei cavi appartenenti ai vari gruppi di anodi potranno essere eseguite con morsetti e dovranno essere successivamente protette con muffole adatte all'interramento.

La distanza fra i dispersori e le tubazioni sarà stabilita, in funzione del tracciato delle tubazioni, del loro isolamento, della loro conduttanza elettrica, della resistività elettrica dei terreni in modo da avere la distribuzione di corrente lungo le tubazioni più uniforme possibile; tale distanza non potrà comunque essere inferiore a 50 m.

I dispersori profondi saranno posti entro un foro trivellato del diametro di almeno 200 mm ed una profondità tale da avere una distanza dalle tubazioni di almeno 30 m. Gli anodi saranno fissati ad un'asta metallica in modo da formare un'unica catena e saranno distanziati di almeno 1,5 m l'uno dall'altro. I cavi collegati a ciascun anodo faranno capo ad una morsettiera, posta entro una cassetta metallica a tenuta stagno nel pozzetto di testata del dispersore verticale.

Il foro trivellato sarà riempito di bentonite tipo A super ventilata fino al ricoprimento dell'anodo più alto.

14.19.6 Posti di misura

Posti di misura saranno realizzati in corrispondenza degli alimentatori e dei dispersori anodici.

Il posto di misura dell'alimentatore sarà costituito da una morsettiera contenuta in una cassetta metallica a tenuta stagna, alla quale faranno capo i cavi provenienti dalle tubazioni (cavi di corrente e di misura), dal dispersore anodico e dagli elettrodi fissi di riferimento al Cu/CuSO_4 .

Il posto di misura del dispersore sarà costituito da una morsettiera contenuta in una cassetta metallica a tenuta stagna, alla quale faranno capo i cavi di collegamento dell'alimentatore ed i cavi gruppi di anodi. La cassetta metallica avrà uno sportello con serratura e sarà sostenuta da un paletto di acciaio zincato $\varnothing \frac{1}{2}$ ", fissato nel terreno con un basamento di calcestruzzo. In casi particolari il collegamento dei cavi provenienti dall'alimentatore e dagli anodi potrà essere sistemato entro una muffola adatta per l'interramento.

La morsettiera avrà almeno 10 elementi, ognuno costituito da un morsetto con attacco a vite, con spina a parte di prova e di collegamento tra l'entrata e l'uscita di ogni

morsetto e con ponticello di collegamento trasversale di rame da poter installare su ogni morsetto di uscita.

I morsetti saranno adatti per conduttori di sezione minima 25 mm^2 e tensione nominale 500 V ca.

14.19.7 Cabine

Gli alimentatori ed i relativi posti di misura saranno contenuti entro cabine metalliche con due mani di fondo antiruggine ed una di finitura con epossidica cotta in forno. Le cabine saranno provviste di finestre per l'aerazione naturale e gli sportelli saranno dotati di una serratura.

Le cabine saranno fissate con zanche ad un basamento di calcestruzzo ed avranno una messa a terra di sicurezza, realizzati secondo le norme CEI.

14.19.8 Cavi di collegamento

I cavi elettrici saranno costituiti da una corda flessibile di rame stagnato con rivestimento di gomma butilica sotto guaina di materiale termoplastico corrispondente al tipo G50R/4. I cavi di corrente avranno una sezione minima di 16 mm^2 , con una densità massima di corrente ammessa di $0,5 \text{ A/mm}^2$, ed i cavi di misura una sezione minima di $2,5 \text{ mm}^2$.

Non saranno accettati cavi con rotture, tagli od altri danneggiamenti al rivestimento.

I cavi interrati saranno posati ad una profondità di almeno 1 m e non saranno tesi durante la messa in opera, ma avranno una lunghezza maggiore del 10% di quella dello scavo per evitare rotture nel caso di assestamento del terreno.

Negli attraversamenti di strade e di manufatti e nei collegamenti fra i posti di misura degli alimentatori e quelli dei dispersori i cavi saranno protetti da tubi guaina di PVC del tipo pesante.

Le connessioni dei cavi sui tubi saranno saldate ed isolate con vernice bituminosa ed uno strato di bitume applicato a caldo.

I cavi posti a vista saranno adeguatamente fissati alle pareti con idonee graffe in punti a distanza inferiore a 50 cm, senza però mai danneggiare l'isolamento dei cavi stessi.

14.19.9 Collegamenti equipotenziali

Questi collegamenti saranno posati a vista nei manufatti contenenti i pezzi speciali ed avranno un rivestimento come indicato al punto precedente e le seguenti sezioni minime:

- 25 mm^2 per i diametri fino a 350 mm
- 50 mm^2 per i diametri fino a 900 mm.

14.19.10 Giunti isolanti

I giunti isolanti saranno di tipo stagno ed avranno le estremità smussate per saldature di testa ed una pressione nominale di esercizio non inferiore a quella della tubazione su cui saranno inseriti.

Tutti i giunti isolanti saranno accompagnati dal certificato di collaudo di fabbrica.

14.19.11 Documentazione tecnica

Al termine dei lavori di protezione catodica delle tubazioni sarà redatta una relazione tecnica che comprenderà:

- la descrizione dei lavori eseguiti;
- una tabella con indicati i valori delle correnti erogate degli alimentatori, delle tensioni di morsetti di uscita e delle differenze di potenziale tubo/terra (Cu/CuSO_4) lungo le condotte;
- gli schemi elettrici degli impianti e gli schizzi planimetrici con le posizioni degli alimentatori, dei dispersori anodici e dei relativi posti di misura;
- le istruzioni per i controlli periodici dell'impianto di protezione catodica.

TUBAZIONI PREISOLATE IN ACCIAIO

14.20 PREMESSA

Le presenti specifiche definiscono gli standard qualitativi, tecnico-normativi di riferimento per la realizzazione di reti di tubazioni interrate PREISOLATE.

Le presenti specifiche si applicano nel campo di temperature fino a 130°C e pressione fino a PN25.

14.21 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito è elencata in via indicativa e non esaustiva la principale normativa di riferimento. Nei capitoli successivi vengono riportati ulteriori riferimenti a normative specifiche.

- **UNI EN 253:2009** - Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni precoibentate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento

termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna in polietilene

- **UNI EN 448:2009** - Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni precoibentate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di raccordi per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene

- **UNI EN 488:2003** - Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni precoibentate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di valvole per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo di protezione esterna di polietilene

- **UNI EN 489:2009** - Sistemi bloccati di tubazioni precoibentate per reti interrate di acqua calda. Assemblaggio-giunzione per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene

- **UNI EN 14419:2009** - Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni precoibentate per reti di acqua calda interrate direttamente - Sistemi di sorveglianza

- **UNI EN 13941:2009** - Progetto ed installazione di sistemi bloccati di tubazioni precoibentate per teleriscaldamento

- **Direttiva 97/23/CE** – Pressure Equipment Directive (PED).

14.22 3. DEFINIZIONI

Temperatura di progetto: Temperatura massima continua per la quale è stata progettata la condotta

Temperature di esercizio: Temperature continuative effettive nei tubi del fluido

Temperatura massima transitoria: Massimo valore che può raggiungere il fluido, per un tempo limitato e per un numero limitato di volte, senza che sia compromessa la integrità chimica e fisica della rete

Pressione di progetto (PN): Pressione massima continua per la quale è stata progettata la tubazione

Pressione di esercizio: Pressione continuativa effettiva nei tubi di mandata e di ritorno del fluido termo-vettore

Tubo precoibentato: Componente rettilineo costituito da tubazione di servizio, coibente e guaina direttamente assemblati in stabilimento

Tubo di servizio: Componente del sistema assemblato costituito da una tubazione convogliante il fluido e a diretto contatto con esso

Guaina: Componente del sistema assemblato avente lo scopo di proteggere la tubazione da carichi esterni, infiltrazioni e agenti aggressivi

Coibente: Componente del sistema assemblato avente lo scopo di ridurre lo scambio di calore con l'esterno

Pezzo speciale: Componente con funzioni particolari di cambiamento di direzione, derivazione, intercettazione, etc...

C.d.S.: "CODICE DELLA STRADA"

CND: Controlli Non Distruttivi, complesso di esami, prove e rilievi condotti impiegando metodi che non alterano il materiale e non richiedono la distruzione o l'asportazione di campioni dalla struttura in esame

14.23 SPECIFICHE DI FORNITURA

14.23.1 Fornitura tubi precoibentati

14.23.1.1 Caratteristiche del tubo precoibentato

I tubi e i pezzi speciali precoibentati costituiscono i componenti della rete e garantiscono la continuità idraulica, la coibentazione termica e la protezione meccanica e da agenti corrosivi lungo tutto il percorso della rete.

I tubi e i pezzi speciali precoibentati sono costituiti da:

- tubo di servizio in acciaio;
- isolamento termico (coibente) a base di poliuretano;
- tubo di protezione esterna (guaina) in polietilene ad alta densità.

Le caratteristiche e le qualità del tubo precoibentato devono essere conformi alla Norma EN 253.

La classe di isolamento deve essere Serie 1 a Norma EN 253.

Ciascuna barra deve essere contrassegnata esternamente a Norma EN 253, il contrassegno deve essere tale da mantenersi inalterato nelle condizioni normali di manipolazione, immagazzinamento e uso. Il marchio deve esser leggibile ad occhio

nudo e deve essere apposto con metodi che non inficino le proprietà protettive della guaina.

14.23.1.2 Tubo di servizio

I tubi sono realizzati in acciaio saldato P235TR1 o P235TR2 secondo Norma EN 10217-1 o acciaio senza saldatura P235GH secondo Norma EN 10217-2 o 10217-5 o materiali equivalenti da sottoporre all'approvazione del Committente.

I valori nominali dei diametri e gli spessori minimi dei tubi devono corrispondere alla tabella seguente:

Diametro Nominale Diametro esterno Spessore minimo

DN 25	33,70	2,3
DN 32	42,40	2,6
DN 40	48,30	2,6
DN 50	60,30	2,9
DN 65	76,10	2,9
DN 80	88,90	3,2
DN 100	114,30	3,6
DN125	139,70	3,6
DN150	168,30	4,0
DN 200	219,10	4,5
DN 250	273,00	5,0

14.23.1.3 Coibente

Il tubo di servizio deve essere avvolto senza soluzione di continuità lungo tutta la sua superficie da un manto omogeneo di spessore uniforme di materiale isolante, conforme alla Norma EN 253.

Il coibente è costituito da schiuma di poliuretano con conduttività massima a 50°C: 0,027 W/m°K.

La struttura deve essere uniforme, compatta, rigida, a celle chiuse, priva di soffiature ed inclusioni.

14.23.1.4 Guaina

Il coibente è protetto esternamente da una guaina esterna conforme alla Norma EN 253.

Il materiale ammesso per la protezione esterna, è il polietilene ad alta densità (PEAD). Il colore del tubo in polietilene deve essere nero. La guaina deve sopportare senza danni, anche a temperature di -20°C, le sollecitazioni meccaniche a cui vengono sottoposti i tubi precoibentati durante le fasi di trasporto, stoccaggio, carico, scarico, posa ed esercizio.

14.23.1.5 Sistema di rilevamento infiltrazioni e perdite

All'interno del tubo precoibentato deve essere presente un sistema in grado di rilevare la presenza di umidità a Norma EN 14419.

Il sistema è costituito da 2 fili nudi di rame ciascuno di sezione pari a 1,5 mm², annegati nel coibente ad opportuna e costante distanza dal tubo di servizio (cosiddetto “Sistema Nordico”).

Alle estremità del tubo entrambi i fili devono fuoriuscire per una lunghezza adeguata a permetterne la giunzione con il componente di rete adiacente.

Nella fornitura è compresa l'installazione di una centralina almeno ogni 1.500 m di tubazione posata.

14.23.2 Fornitura pezzi speciali precoibentati

Le caratteristiche e le qualità dei pezzi speciali devono essere conformi a quanto previsto nella Norma EN 448 e EN 14419. La classe di isolamento deve essere Serie 1 a Norma EN 253. I pezzi (fornitura e posa) sono compensati nello sviluppo lineare della tubazione senza alcun sovrapprezzo o prezzo dedicato.

Le estremità dei pezzi speciali devono essere idonee ad essere saldate di testa in accordo alla Norma ISO 6761:1981 e devono essere libere dal coibente per una lunghezza compresa tra 150 e 250 mm.

I pezzi speciali devono dare continuità al circuito elettrico di rilevamento perdite.

14.23.2.1 Curve

Le curve devono avere caratteristiche di resistenza meccanica e di isolamento identiche a quelle prescritte per i tubi precoibentati.

Le curve sono normalmente raccordi prefabbricati, solo per i diametri minori o uguali a DN80 è ammessa la produzione di curve tramite piegatura a freddo in cantiere di tubi precoibentati.

La piegatura dei tubi in cantiere deve essere esplicitamente approvata dal Committente e deve basarsi su apposite specifiche fornite dal produttore dei tubi.

14.23.2.2 Derivazioni

Le derivazioni possono essere sia assiali che ortogonali. Le derivazioni devono essere del tipo forgiato a caldo. Per i diametri maggiori, previo benestare del Committente, l'Appaltatore può utilizzare derivazioni prodotte con altri metodi, rispondenti comunque alla Norma EN 448.

14.23.2.3 Valvole

Le valvole devono essere conformi alla Norma EN 488.

Le valvole devono presentare le seguenti caratteristiche costruttive:

- Corpo valvola: forgiato in acciaio al carbonio;
- Sfera e stelo in acciaio inox;
- Sedi di tenuta in PTFE caricato, in grado di garantire la tenuta anche alle basse pressioni (anche mediante sistema a molla di recupero dei giochi).

Le valvole possono essere complete di dispositivi di sfiato o drenaggio.

14.23.2.4 Giunti compensatori di dilatazione termica

I giunti compensatori di dilatazione termica devono essere del tipo assiale monouso e devono avere provate caratteristiche di resistenza meccanica. L'avvenuto accorciamento in seguito alla fase di prepensionamento deve essere indicata da idonei dispositivi presenti sul giunto compensatore.

14.23.3 Fornitura altri materiali

14.23.3.1 Anelli water-stop

Gli attraversamenti murari avvengono tramite posa di anelli water-stop, ovvero guarnizioni circolari che servono ad evitare infiltrazioni di acqua all'interno degli edifici. Tali dispositivi sono idonei ad essere murati e garantiscono la perfetta tenuta idraulica sia lato muro che lato tubo pur consentendo lo spostamento assiale della tubazione. Gli anelli water-stop devono garantire una perfetta tenuta idraulica con un battente d'acqua pari o superiore a 2,5 metri.

14.23.3.2 Cuffie water-stop

Le cuffie water-stop sono poste sulla parte terminale del coibente per evitare che l'umidità penetri nello stesso; per tale motivo sono installate ogni volta che una discontinuità mette a nudo il coibente ed in particolare all'interno dei locali. Le cuffie water-stop, anche mediante termoretrazione, devono garantire una perfetta tenuta sia lato guaina sia lato tubo di servizio.

14.23.3.3 Sfiati e drenaggi

Gli sfiati e i drenaggi, a comando manuale, devono essere accessibili dall'esterno attraverso idonei pozzetti.

Le valvole di sfiato e drenaggio non sono coibentate ma devono comunque essere adeguatamente protette dall'aggressione chimico-fisica di agenti esterni (umidità, stillicidio, etc..).

Il tronchetto tra la tubazione principale e lo sfiato o il drenaggio deve essere precoibentato secondo EN 448 e terminare con una adeguata cuffia water-stop.

Diametro degli sfiati e dei drenaggi:

DN tubo precoibentato DN sfiato DN drenaggio

≤ 80 32 32

100 ÷ 150 40 40

≥ 200 50 50

14.23.3.4 Materassini di compensazione

I materassini devono essere in resina espansa immarcescibile che garantisca una elasticità perdurante nel tempo, devono essere in grado di assorbire in maniera perfettamente elastica una deformazione di 30 mm, per tutta la vita utile della tubazione.

I materassini devono essere saldamente fissati alla tubazione o ai pezzi speciali con corde o nastri robusti. Di seguito le misure standard dei materassini:

DN tubo precoibentato - Dimensioni standard del materassino [mm]

DN 25 330 x 1000

DN 32 330 x 1000

DN 40 330 x 1000

DN 50 330 x 1000

DN 65 480 x 1000

DN 80 480 x 1000

DN 100 680 x 1000

DN125 680 x 1000

DN150 680 x 1000

DN 200 800 x 1000

DN 250 1200 x 1000

14.23.3.5 Materiale per esecuzione muffole

I punti di giunzione tra i singoli componenti precoibentati devono essere ripristinati *ad-hoc* tramite muffole in grado di garantire la continuità della coibentazione e della protezione verso gli agenti esterni. La muffola deve soddisfare i seguenti requisiti:

- ripristinare la continuità di tutti i materiali;
- trasmettere nel coibente e nella guaina gli sforzi e le deformazioni generati dalle dilatazioni termiche del tubo di servizio;
- garantire l'impermeabilità del coibente e del tubo di servizio.

Le caratteristiche del materiale isolante (schiuma poliuretana) e del manicotto devono essere conformi alla Norma EN 489:2009.

14.23.3.6 Cavidotti

Il cavidotto è normalmente posato in asse alle tubazioni precoibentate, esso è in polietilene ad alta densità a doppia parete a Norma EN 61386-24 (tipo N).

14.23.3.7 Nastri di segnalazione

Superiormente alle tubazioni precoibentate ed ai cavidotti devono essere posati dei nastri di segnalazione a Norma UNI CEI 70030.

I nastri posti a protezione delle tubazioni devono recare la dicitura: "ATTENZIONE TUBO FOGNATURA IN PRESSIONE" o equivalente; il nastro posto a protezione del cavidotto deve recare la dicitura: "ATTENZIONE CAVIDOTTO" o equivalente.

14.23.4 Sistema di rilevamento perdite

Il sistema di rilevamento perdite funziona attraverso i cavi del cosiddetto "*sistema nordico*". Il sistema deve essere in grado di monitorare tutta la rete.

Il sistema deve essere in grado di localizzare in modo preciso eventuali infiltrazioni di acqua esterna o perdite dell'acqua di rete con una precisione di ± 1 metro.

A seguito di motivata richiesta da parte dell'Appaltatore e dietro specifico consenso del Committente, possono essere esclusi dal monitoraggio i fondelli terminali della rete.

Il sistema di rilevamento all'interno dei suddetti fondelli deve comunque essere predisposto in funzione del futuro prolungamento della rete.

All'interno di ogni edificio ed in prossimità delle cuffie water-stop deve essere installata una morsettiera di controllo nella quale devono convergere i cavi tripolari provenienti dal sistema di rilevamento perdite.

All'interno dell'edificio di Sottoguda deve essere posta in essere la centralina di allarme.

14.24 SPECIFICHE DI POSA DELLA RETE

Sono a carico dell'Appaltatore le seguenti attività di posa, espresse a titolo indicativo e non limitativo: indagine e verifica sulla presenza ed entità dei servizi interrati o di superficie tramite contatto con gli enti interessati;

- apposizione della segnaletica;
- delimitazione dell'area di cantiere a norma C.d.S.;
- demolizione dell'eventuale pavimentazione e rimozione di eventuali cordoli o masselli;
- esecuzione di scavi, fosse di saldatura, opere per il drenaggio degli scavi medesimi anche mediante mezzi di eduazione meccanici;
- sbadacchiature e opere provvisorie necessarie per il sostegno delle pareti di scavo;
- eventuale predisposizione di passerelle metalliche carrabili e pedonali;
- creazione del letto di cls;
- trasporto dei tubi dei pezzi speciali dal deposito sino alla trincea di posa;
- posizionamento dei tubi e dei pezzi speciali per la saldatura;
- esecuzione delle saldature;
- esecuzione dei controlli sulle saldature;- esecuzione di eventuali riparazioni su saldature, compreso il ricontrollo;
- cablaggio del sistema di rilevamento perdite e relativi test di funzionamento;
- muffolature e relative prove di tenuta;
- ricopertura dei tubi con cls fino al livello previsto a progetto;
- posa del cavidotto;;
- posa dei nastri di segnalazione;
- cementazione finale e ripristino come da specifiche *ad-hoc*;
- eventuale pretensionamento;
- pulizia interna delle tubazioni;
- esecuzione delle prove di tenuta idraulica e CND sulle tubazioni;
- fori murari e non, posa di anelli water-stop, installazione tubi e ripristino muratura in corrispondenza degli attraversamenti murari;
- esecuzione delle prove di funzionamento del sistema di rilevamento perdite.

Qualsiasi rifiuto, sfrido o avanzo di lavorazione deve essere raccolto, separato in base alla tipologia del materiale e inviato agli impianti di recupero o smaltimento autorizzati, non sarà in alcun caso tollerato l'interramento o la dispersione nell'ambiente di rifiuti di qualsiasi natura.

14.24.1 Movimentazione e stoccaggio

14.24.1.1 Movimentazione del materiale

Durante le operazioni di carico e scarico i tubi non devono essere sostenuti con funi o catene, ma con larghe bande o fascioni in tela di nylon di larghezza minima 150 mm onde evitare danneggiamenti alla guaina. È buona regola guidare il tubo, mentre è sospeso, trattenendolo con funi.

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 alla guaina, al coibente e alle estremità del tubo di servizio.

14.24.1.2 Stoccaggio dei tubi

La superficie dell'area di stoccaggio deve essere pianeggiante e ben livellata, ricavata su terreno non sassoso.

E necessario stendere un letto di sabbia di pochi centimetri, per compensare eventuali asperità del terreno che potrebbero danneggiare la guaina. In alternativa i pezzi possono essere accatastati su traverse di legno di larghezza sufficiente.

I tubi devono essere lasciati all'aperto il minimo tempo tecnico necessario e devono essere opportunamente protetti dalla radiazione solare e dalle intemperie, con fogli in materiale plastico impermeabile.

14.24.1.3 Stoccaggio dei pezzi speciali e del materiale di cantiere

L'Appaltatore provvede al ricovero dei pezzi speciali e di tutti gli altri materiali sensibili all'acqua e alle radiazioni solari in locali o baracche atti a preservarli dalle intemperie, dall'umidità, dai furti o vandalismi. I materassini e i cavidotti possono essere stoccati all'aperto sotto tettoie, adeguatamente sollevati dal terreno per evitare imbibizioni.

14.24.2 Installazione

14.24.2.1 Temperatura di posa

La temperatura atmosferica al momento della posa e dell'interramento non deve essere inferiore a 10°C o alla temperatura indicata dall'Appaltatore nel caso di revisione delle modalità di compensazione delle dilatazioni termiche.

14.24.2.2 Posa

Prima di essere calati nello scavo, i tubi precoibentati e i pezzi speciali devono essere accuratamente esaminati visivamente, per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di stoccaggio non siano stati rovinati.

Ogni barra deve essere allineata alle altre e disposta in modo che l'asse del tubo non presenti punti di flessione e che non vi siano contro-pendenze in corrispondenza di punti senza scarichi e sfiati.

I due tubi di mandata e di ritorno devono essere posati alla stessa profondità fatto salvo casi particolari che devono essere esplicitamente approvati dal Committente.

La quota di posa si desume dalle sezioni di scavo allegate al presente progetto.

14.24.2.3 Letto di cls

Il fondo dello scavo deve essere livellato così come indicato nelle tavole di progetto.

Si deve assolutamente evitare che dal letto fuoriescano pietre, sassi aguzzi, pezzi di legno o altro materiale che possa danneggiare il rivestimento esterno dei tubi precoibentati.

Dopo la posa dei tubi questi verranno rinfiancati con clse coperti fino ad una quota pari a quella di progetto sopra l'estradosso, nel letto di cls viene posato anche il cavidotto, con opportuno rinfianco.

14.24.2.4 Saldatura dei tubi di servizio

La saldatura del tubo di servizio avviene in nicchie di saldatura create all'uopo all'interno dello scavo oppure a fianco dello stesso, sollevando in seguito l'insieme dei tubi saldati e posandolo sul letto di posa all'interno dello scavo.

Le saldature devono essere a piena penetrazione con prima passata a TIG e riempimento a TIG o in alternativa con elettrodo basico.

Prima delle operazioni di saldatura l'Appaltatore deve sottoporre all'approvazione del Committente le qualifiche dei procedimenti di saldatura e le relative WPS, specificate e qualificate secondo Norme EN 15607, EN 15609 e EN 15614-1.

Le saldature devono essere eseguite da personale certificato per il procedimento utilizzato secondo Norma EN 287 e munito del Patentino di saldatura.

I materiali utilizzati per la saldatura devono essere:

- Per il procedimento TIG elettrodi secondo Norma EN 26848 e materiali secondo Norma EN 1668.
- Per le saldature ad elettrodo rivestito elettrodi basici secondo EN 499, con valore di resistenza allo snervamento non inferiore a quello dei materiali circostanti.

14.24.2.5 Cablaggio in linea del sistema di rilevamento perdite

Il sistema di rilevamento perdite deve essere cablato prima della muffolatura secondo le prescrizioni fornite dal produttore dello stesso.

Il cablaggio deve essere eseguito da personale esperto.

14.24.2.6 Muffolatura

La muffolatura deve essere eseguita secondo la Norma EN 489 da personale esperto. Detto personale deve avere sostenuto un corso di installazione tenuto dal fornitore stesso della muffola e possedere un patentino/attestato di abilitazione all'esecuzione delle tipologie di muffole da installare.

La schiuma poliuretanica ottenuta deve essere di qualità pari o superiore a quella delle tubazioni precoibentate adiacenti e deve riempire completamente le cavità all'interno della muffola.

La manipolazione dei componenti e l'eventuale smaltimento degli sfridi deve essere fatta in conformità alle norme di sicurezza ed ambientali in vigore.

14.24.2.7 Nastri di segnalazione

I nastri di segnalazione devono essere posizionati ad almeno 300 mm sopra la generatrice superiore delle tubazioni da proteggere, secondo Norma UNI CEI 70030.

I nastri vanno quindi posati durante il rinterro, dopo la stesa e costipazione del primo strato di materiale.

14.24.3 Posa pozzetti e chiusini

I pozzetti devono essere installati alla profondità prescritta nelle tavole di progetto, eventualmente utilizzando gli appositi elementi di prolunga.

I prodotti per l'esecuzione delle sigillature tra gli elementi interni del pozzetto e tra pozzetto e chiusino devono essere di provate caratteristiche e devono essere sottoposti all'approvazione del Committente.

14.24.4 Pretensionamento giunti compensatori monouso

Qualora previsti a progetto devono essere installati giunti di dilatazione compensatori monouso.

L'Appaltatore deve seguire scrupolosamente le istruzioni di installazione fornite dal produttore del giunto stesso.

A seguito dell'avvenuto pretensionamento di ogni singolo giunto l'Appaltatore deve redigere una scheda indicante almeno:

- Codice giunto
- Temperatura di posa
- Temperatura di pretensionamento
- Accorciamento previsto
- Accorciamento misurato

14.24.5 Ingresso in edifici

Le tubazioni precoibentate devono giungere nel locale di conenssione conformemente a quanto indicato nelle tavole di progetto.

Per gli attraversamenti murari devono essere utilizzati anelli water-stop, tali dispositivi devono essere installati seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dal produttore degli stessi. Successivamente alla posa dei tubi si procede alla sigillatura del muro nel rispetto delle finiture in atto per la muratura interessata.

All'interno del locale le valvole di radice devono essere installate in modo tale che un eventuale fuoriuscita di liquido non interessi la coibentazione del circuito secondario.

L'ultimo tratto di tubo precoibentato deve essere munito di cuffia water-stop, in modo tale da dare continuità all'impermeabilizzazione fornita dalla guaina e proteggere il coibente. All'interno della cuffia water-stop è predisposto il cablaggio dei fili del sistema di rilevamento perdite, in modo da rendere il segnale accessibile dall'esterno.

14.24.6 Pulizia interna delle tubazioni

Al termine dei lavori di collaudo i tubi devono essere lavati all'interno con acqua d'acquedotto, la quale potrà essere additivata allo scopo di allontanare ogni eventuale residuo e di stendere idoneo film protettivo sulle superfici interne.

La procedura di lavaggio deve essere preventivamente concordata con il Committente. Tutti i componenti che possono ostacolare od essere danneggiati durante l'operazione di lavaggio devono essere rimossi prima di tale operazione e successivamente reinstallati.

Al termine della procedura l'Appaltatore, con l'approvazione del Committente, redige un apposito verbale.

14.25 CONTROLLI E COLLAUDI

14.25.1 Test del sistema di rilevamento perdite

Prima dell'esecuzione di ciascuna muffola deve essere predisposto un test, da concordare preventivamente con il Committente, per verificare il corretto cablaggio presso il giunto del sistema di rilevamento perdite.

A tal fine l'Appaltatore deve predisporre una scheda per ogni giunto riportante almeno le seguenti informazioni:

- Codice giunto (codice saldatura se coincidente);
- Nome e cognome dell'esecutore del test;
- Data e ora di esecuzione del test;
- Apparecchio di misura utilizzato;
- Descrizione del circuito testato;
- test eseguito sui fili PRIMA del cablaggio: risultato atteso e risultato misurato;
- test eseguito sui fili DOPO il cablaggio: risultato atteso e risultato misurato.

Tali schede devono essere immediatamente messe a disposizione del Committente.

14.25.2 Prove di tenuta idraulica

L'Appaltatore deve sottoporre il circuito ad una prova di pressione idraulica e sottoporre almeno il 10% delle saldature a Controlli Non Distruttivi (CND), come meglio descritti in seguito.

I tempi e le modalità di tali prove saranno concordati con il Committente.

Qualora a causa di comprovati problemi tecnici o viabilistici si ritenga impraticabile la prova di pressione, il Committente opterà per l'estensione dei CND al 100% delle saldature.

14.25.2.1 Prova di pressione idraulica

La prova viene condotta applicando alla tubazione interessata una pressione pari a 1,5 volte quella nominale utilizzando un registratore manometrico e uno o più registratori di temperatura del fluido, di cui uno in corrispondenza della presa di pressione.

La prova viene condotta con acqua e si considera superata se, su un periodo di 24 ore, non si registrano cali di pressione maggiori del 0,5% del valore iniziale di pressione.

Il valore della pressione finale va depurato degli effetti legati alla variazione della densità e della temperatura dell'acqua e della tubazione durante il periodo di prova.

Al completamento della prova il Committente rilascia un apposito certificato.

Se nel corso delle prove si dovessero riscontrare imperfezioni nella tenuta delle saldature, rottura dei tubi o dei pezzi speciali o deformazioni che possano pregiudicare il corretto funzionamento dell'impianto, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese ad eseguire le riparazioni e le modifiche necessarie ed alla ripetizione delle prove idrauliche.

14.25.2.2 Controlli Non Distruttivi (CND)

La prova da preferirsi è quella dei liquidi penetranti (PT) altri tipi di CND (ultrasuoni, termografie, radiografie, etc...) e le rispettive modalità di esecuzione e di accettazione devono essere esplicitamente approvati dal Committente.

I Certificati CND, emessi dal personale abilitato, devono essere conformi alle normative in vigore e contenere almeno i seguenti dati:

- Codice progressivo saldatura;
- Nome e cognome dell'esecutore del CND;
- Nome e cognome dell'esecutore della saldatura;
- Tipo di CND e relative normative di riferimento;
- Data e ora di esecuzione del CND;
- Risultati misurati del CND;
- Risultati attesi del CND;
- Livello di accettabilità della saldatura.

ART. II-16 TUBAZIONI IN POLIETILENE ALTA DENSITÀ (P.E.A.D.)**16.1 GENERALITÀ**

Per condotte di acque potabili potranno essere usate tubazioni in polietilene ad alta densità (P.E.A.D.) ricavate per estrusione da materiali conformi a quanto specificato più sotto. Le presenti norme specificano i requisiti dei tubi e dei raccordi in polietilene (PE/MRS 10 PE100) classificati nella serie di diametri compresi tra 16 mm e 630 mm, con pressione di esercizio pari a 16 bar.

Le tubazioni dovranno essere prodotte in conformità alla norma UNI EN 12201 – 2004. e dovranno essere rispondenti al D.M. n°174 06.04.2004.

I requisiti descritti in queste specifiche concernono materiali, dimensioni, proprietà meccaniche, effetti sulla qualità dell'acqua convogliata, marcatura.

Ai fini dell' applicazione delle presenti norme si dovranno considerare le seguenti definizioni:

PE/MRS 10: PE Polietilene; MRS (MINIMUM REQUIRED STRENGTH) la tensione minima di rottura estrapolata a 50 anni, secondo una curva di regressione a 20° C, con il metodo definito nella ISO/TR9080/2.

Per il PE/MRS 10 la tensione estrapolata deve essere non minore di 10 MPa.

HDS: Sforzo idrostatico di progetto (8 MPa nel caso di PE/MRS 10):

$$HDS = \frac{MRS}{10 \times 1,25} \text{ (MPa)}$$

Ovalizzazione: E' la differenza tra il maggiore ed il minore dei diametri esterni misurati nella stessa sezione trasversale retta del tubo.

MPa: Tensione espressa in Mega Pascal (1MPa = 10,19 Kgp/cm²)

bar: Unità di pressione (1 bar = 1.019 Kgp/cm²)

16.2 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEL MATERIALE PER LA PRODUZIONE DI TUBI E RACCORDI**16.2.1 Resina base**

Il polimero di base dovrà essere polietilene (single grade) con densità convenzionale tra 958 e 961 Kg/m³ a 23° C e indice di fluidità 190°C-5Kg di 0,3 g/10min in accordo con la ISO 1183. Questo include copolimeri di etilene e olefine; queste ultime non devono eccedere il 10% della massa.

I tubi ed i pezzi speciali dovranno essere prodotti solo ed esclusivamente con Polietilene ad Alta densità PE100. Il prodotto trasformato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- valore di MRS pari a 10 MPa;
- le curve di regressione vanno presentate con la certificazione di un laboratorio indipendente, a sua volta munito di certificazione di conformità alle Norme ISO 45000;
- la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre verifiche periodiche delle suddette curve su spezzoni di tubi prelevati in cantiere e/o presso lo stabilimento di produzione.

Tali prove da condursi nel rispetto della EN 921 dovranno fornire i seguenti risultati:

- a 20° C 12,4 MPa per T > 100 ore
- a 80° C 5,5 MPa per T > 165 ore 5,3 MPa per T > 332 ore 5,2 MPa T > 476 ore
5,1 MPa per T > 688 ore 5,0 MPa per T > 1000 ore
- valore della pressione RCP critica (Rapid Crack Propagation); tale prova da condursi secondo ISO DIS 13477, deve evidenziare per tubi con De ≤ 250 mm, un RCP > 10 bar alla temperatura di 0°C ± 2. Per diametri superiori, ove riconosciuto necessario, la prova verrà condotta secondo EN 33478.

Eventuali evoluzioni del prodotto dovranno essere sottoposte alla Direzione Lavori che avrà la facoltà di accettare o meno il materiale.

16.2.2 Composizione

Il polimero base deve essere miscelato con additivi (antiossidanti, pigmenti, stabilizzanti nei confronti di radiazioni UV) necessari per la lavorazione, lo stoccaggio e l'uso dei tubi.

16.2.3 Composto nero

Il nerofumo usato per la produzione del composto nero deve soddisfare le seguenti prescrizioni:

- densità 1,5 g/ml - 2,0 g/ml
- solidi volatili < 9% (m/m)
- estratto di Toluene $\leq 0,1\%$ (m/m)
- dimensione media delle particelle 0,01 μm - 0,025 μm

16.2.4 Caratteristiche del materiale usato

Il materiale usato per l'estrusione dei tubi e lo stampaggio dei raccordi deve soddisfare i requisiti di seguito illustrati :

- contenuto del nerofumo compreso tra il 2% ed il 2,5% della massa; test condotto secondo la ISO 6964;
- dispersione del nerofumo \leq grado 3 test condotto secondo la ISO 18553 (<100 μm con test condotto secondo la ISO/TC138 SC5N1132);
- termostabilità OIT > 20 min a 200° C; test condotto secondo la EN728;
- dispersione del pigmento blu < 100 μm : test condotto secondo la ISO/TC 138 SCS N1132.
- consentire la produzione di tubi e raccordi che rispondano alle prescrizioni del D.M. n°174 del 6.4.2004 (ha sostituito la circolare Ministero della Sanità n° 102 del 02.12.78) relative alle caratteristiche dei materiali che sono destinati ad andare in contatto con l'acqua potabile, nel rispetto della normativa italiana ed europea di riferimento con particolare attenzione all'uso a scopo potabile di tubazioni in materiale plastico ed al problema della cessione ed acquisendo tutte le certificazioni necessarie ed il parere dell'Istituto Superiore della Sanità.

16.2.5 Classificazione e designazione.

La designazione avviene mediante la specificazione del tipo di materiale (PE) e dell'appropriato livello di resistenza minima richiesta (MRS).

Le presenti specifiche fanno esclusivo riferimento al materiale designato come PE/MRS 10 cui corrisponde un HDS minimo pari a 8 MPa.

I costruttori dei tubi e dei raccordi dovranno dichiarare con le modalità del disposto dell'art. 4 della L. 4.1.68 n°15 (autocertificazione dichiarazione di notorietà) la provenienza della materia prima (resina base) da usarsi o usata per l'intera produzione del materiale da impiegarsi nel presente appalto specificando lo stabilimento di provenienza e la data di produzione rendendo altresì possibile, l'esecuzione delle prove tendenti ad accertare la rispondenza del materiale ai requisiti come sopra specificati.

16.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI TUBI

16.3.1 Caratteristiche generali

16.3.1.1 Aspetto

All'esame visivo le superfici interna ed esterna devono presentarsi lisce, pulite, prive di scorie, cavità e difetti superficiali che potrebbero compromettere la funzionalità della tubazione.

16.3.1.2 Colore

Le tubazioni dovranno essere di colore nero e recare delle strisce longitudinali di colore blu.

16.3.1.3 Effetti sulla qualità dell'acqua convogliata

I tubi devono rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del D.M. n°174 del 6.4.2004 (ha sostituito la circolare Ministero della Sanità n° 102 del 02.12.78) e ciò deve risultare da apposita certificazione ufficiale.

16.3.2 Caratteristiche geometriche

16.3.2.1 Diametri esterni e loro tolleranze

Il diametro nominale esterno De e la relativa tolleranza devono essere in accordo con la Tabella 3-1. In essa é anche riportato il valore massimo ammesso per la ovalizzazione del tubo misurata in una qualsiasi sezione trasversale retta di esso.

Tabella 3-1 - Tubazioni in PEad/MRS 10. Tolleranze sui diametri e ovalizzazione massima

Diametro nominale esterno De mm	Tolleranza sul diametro mm	Ovalizzazione massima mm	
		Tipo K	Tipo N
20	0,3	1,2	1,2
25	0,3	1,5	1,2
32	0,3	2,0	1,3
40	0,4	2,4	1,4
50	0,4	3,0	1,4
63	0,4	3,8	1,5
75	0,5	-	1,6
90	0,6	-	1,8
110	0,7	-	2,2
125	0,8	-	2,5
140	0,9	-	2,8
160	1,0	-	3,2
180	1,1	-	3,6
200	1,2	-	4,0
225	1,4	-	4,5
250	1,5	-	5,0
280	1,7	-	9,8
315	1,9	-	11,1
355	2,2	-	12,5
400	2,4	-	14,0
450	2,7	-	15,6

La tolleranza sul diametro di cui alla Tabella 3-1 si riferisce solo alle possibili variazioni in aumento del diametro esterno nominale non ritenendosi accettabile alcuna variazione in diminuzione dello stesso diametro.

La tolleranza sull' ovalizzazione é definita in base al tipo di fornitura ed al diametro. In particolare:

Tipo K)

Per tubi avvolti in bobine

Per i diametri maggiori di De = 63 mm il valore di tolleranza dovrà essere concordato.

Tipo N)

Per tubi forniti in canne.

La misura dell'ovalizzazione deve avvenire nel situ di produzione.

Tutte le tolleranze sono approssimate a $\pm 0,1$ mm.

16.3.2.2 Spessori e loro tolleranze

Gli spessori minimi per i diversi diametri di tubi PE/MRS 10 con pressioni di esercizio pari a 16 bar dovranno essere quelli riportati nella Tabella 3-2.

Tabella 3-2 - Tubazioni in PEad/MRS 10. Spessori minimi per pressione di esercizio pari a 16 bar

Diametro Nominale esterno De mm	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450
Spessore s mm	6,8	6,8	8,2	10,0	11,4	12,7	14,6	16,4	18,2	20,5	22,7	25,4	28,6	32,2	36,3	40,9

La tolleranza t_s (mm), che si riferisce solo alle possibili variazioni in aumento dello spessore s (mm), deve rispettare in ogni punto i valori derivanti dalla formula seguente arrotondata al decimo superiore

$$t_s = 0,1 s + 0,2.$$

16.3.2.3 Estremità dei tubi

L'estremità dei tubi deve essere pulita ed il taglio deve essere praticato ortogonalmente all'asse del tubo con le tolleranze riportate nella Tabella 3-3.

Tabella 3-3 - Tolleranza sui tagli

Diametro nominale De mm	Tolleranza +/- mm
90	2
125	3
180	4
225÷315	5
355÷500	7

16.3.2.4 Tubi avvolti in bobine

Il diametro della bobina deve essere non minore di 18 volte il diametro del tubo, ma in ogni caso superiore a 600 mm.

16.3.3 Caratteristiche meccaniche

I campioni da sottoporre alle prove di cui ai seguenti punti a, b, d devono essere condizionati secondo la ISO 921.

- a) Il campione sottoposto a prova a 20° C sotto una tensione di 12,4 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 100 h.
- b) Il campione sottoposto a prova a 80°C sotto una tensione di 5,4 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 165 h,;
- c) Se un provino subisce una rottura duttile durante la prova di cui al punto b), in meno di 165 h, deve essere condotto il test di cui al successivo punto d).
- d) Un campione sottoposto a prova a 80°C sotto una tensione di 5,0 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 1000 h.

16.3.4 Caratteristiche fisiche

Prima dei test il campione deve essere condizionato in accordo con la ISO 921.

16.3.4.1 Elasticità

Modulo elastico E pari a circa 1200 N/mm² secondo la ISO 6259.

L'elongazione percentuale a rottura, valutata secondo la ISO/DIS 6259/1.2., deve essere non minore del 350% (valore ottimale >500%).

Il ritorno elastico longitudinale, valutato secondo la ISO 2506 a 110°C, deve essere non maggiore del 3%.

16.3.4.2 Termostabilità

Deve permanere per un tempo non inferiore a 30 min; il test deve essere condotto a 200°C secondo la ISO/TC 10837.

16.3.4.3 Opacità

Deve essere pari allo 0,2%; il test deve essere condotto secondo la ISO/DIS 7686.

16.3.4.4 Indice di fluidità (MFR)

Le variazioni del MFR dovute alla lavorazione devono essere inferiori al 20%. Il valore, riscontrato secondo la ISO 1133, deve essere pari a $\pm 30\%$ di quello dichiarato dal produttore.

16.3.5 Marchiatura

Tutti i tubi devono essere marchiati con un composto indelebile e con un procedimento che preservi il tubo dall'innesco di qualsiasi fenomeno di fessurazione e rottura.

Se la marchiatura avviene a stampo, deve essere usato un colore diverso dal colore base del tubo.

Le informazioni apposte devono essere leggibili ad occhio nudo. La serie completa di informazioni deve essere apposta in corrispondenza di due opposte generatrici. Devono essere riportate le seguenti informazioni:

- 1) Marchio di fabbrica;
- 2) La sigla "PE/MRS 10 ACQUA", ovvero "PE/MRS XX ACQUA" in cui XX è il valore del

MRS qualora questo sia maggiore di 10;

3) Il diametro esterno (in mm);

4) La classe di pressione (in bar);

5) La denominazione completa della materia prima utilizzata;

6) La data di produzione (almeno mese ed anno).

Tutti i tubi devono riportare un riferimento al lotto ordinato e prodotto, e un numero di identificazione per ogni tubo prodotto.

16.3.6 Prova di tenuta idraulica

La prova deve essere eseguita sull'intera quantità dei tubi ordinati. I tubi devono essere provati per la pressione per mezzo di acqua e sotto condizioni ambientali. L'acqua nei tubi è pressurizzata ad un valore di 1,5 volte la pressione nominale del tubo ordinato. Questa pressione deve essere raggiunta entro 30 secondi e la prova eseguita per una durata di non meno di 2 minuti (UNI 11149). Durante la prova, i tubi non devono riportare segni di dispersione deformazioni locali o altre irregolarità.

La prova sarà certificata ed i risultati registrati. Il risultato è considerato positivo se nessuno dei tubi riporterà difetti o perdite. Anche se ci fosse in un solo tubo un difetto o una perdita la prova deve essere ripetuta sui due tubi con i numeri di serie precedenti e i due tubi con i numeri di serie successivi a quelli che non hanno superato la prova.

Il risultato deve essere 100% positivo; in complesso anche se una prova dovesse essere negativa il lotto deve essere rifiutato.

La D.L.si riserva il diritto di essere presente alle prove e richiedere sempre ulteriori prove sui tubi ordinati e scelti a sua indiscussa discrezione per una quantità che non superi il 20% di ogni lotto prodotto

16.4 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI RACCORDI

16.4.1 Categorie

I raccordi normalizzati nelle presenti specifiche possono appartenere ad una delle seguenti categorie:

- 1) raccordi con manicotto elettrosaldato;
- 2) raccordi saldati di testa.

16.4.2 Caratteristiche generali

16.4.2.1 Aspetto

All'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite, prive di scorie, cavità e difetti superficiali. Le sezioni terminali devono presentare un taglio netto.

16.4.2.2 Colore

Il colore dei raccordi deve essere nero.

16.4.2.3 Effetti sulla qualità dell'acqua convogliata

I raccordi devono rispondere alle prescrizioni igienico - sanitarie del D.M. n°174 del 6.4.2004 (ha sostituito la circolare Ministero della Sanità n° 102 del 02.12.78) e ciò deve risultare da apposite certificazioni ufficiali.

16.4.3 Caratteristiche geometriche

16.4.3.1 Manicotti elettrosaldati

Le dimensioni caratteristiche dei manicotti elettrosaldati misurate secondo la ISO 3126 devono essere conformi a quelle riportate in Tabella 4-1, secondo il seguente significato dei simboli:

- diametro nominale De: diametro nominale esterno del tubo con il quale si intende collegabile il raccordo.
- diametro D1: diametro interno medio nella zona di fusione.
- L1: profondità di penetrazione del tubo all'interno del raccordo.
- L2: lunghezza nominale della zona di fusione.

Tabella 4-1 - Manicotti elettrosaldati

Diametro Nominale De mm	D ₁ mm	L ₂ mm	L ₁	
			min	max
20	20,1	10	20	37
25	25,1	10	20	40
32	32,1	10	20	44
40	40,1	10	20	49
50	50,1	10	20	55
63	63,2	11	23	63
75	75,2	12	25	70
90	90,2	13	28	79
110	110,3	15	32	82
125	125,3	16	35	87
140	140,3	18	38	92
160	160,4	20	42	98
180	180,4	21	46	105
200	200,4	23	50	112
225	225,4	26	55	120

I connettori elettrici devono essere conformi alla ISO/CD 8085-3.

16.4.3.2 Collari di presa elettrosaldabili

Le dimensioni caratteristiche devono essere conformi ai valori riportati nella Tabella 4-2.

Tabella 4-2 - Collari di presa

D mm	D ₁ mm	PN 10		
		D ₂ mm	L mm	h mm
110	32	26	100	95
	40	32	100	95
	50	40	100	95
	63	50	100	100
125	32	26	110	95
	40	32	110	95
	50	40	110	95
	63	50	110	100
140	32	26	120	95
	40	32	120	95
	50	40	120	95
	63	50	120	100
160	32	26	130	95
	40	32	130	95
	50	40	130	95
	63	50	130	100
180	32	26	135	95
	40	32	135	95
	50	40	135	95
	63	50	135	100
200	32	26	135	95
	40	32	135	95
	50	40	135	95
	63	50	135	100
225	32	26	145	95
	40	32	145	95
	50	40	145	95
	63	50	145	100

16.4.3.3 Curve

Le dimensioni caratteristiche devono essere conformi ai valori indicati nella Tabella 4-3 e nella Tabella 4-4.

Tabella 4-3 - Curve

De	s	R	Z
----	---	---	---

mm	mm	mm	mm
20	2,3	17	21
25	2,3	20	24
32	2,3	30	34
40	2,4	40	44
50	3,0	50	53
63	3,8	63	67
75	4,5	73	81
90	5,4	88	95
110	6,6	108	113

Tabella 4-4 - Curve

De mm	s mm	L mm			
		$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	$\alpha=90^\circ$
110	6,6	115	146	165	235
125	7,4	167	203	224	304
140	8,3	169	209	233	322
160	9,5	171	217	245	347
180	10,7	224	276	307	421
200	11,9	178	210	250	400
225	13,4	187	229	269	438
250	14,8	197	244	283	475
280	16,6	209	261	310	520
315	18,7	222	281	337	573
355	21,1	238	304	367	633
400	23,7	255	330	400	700
450	26,7	275	358	438	776

16.4.3.4 Riduzioni

Le dimensioni caratteristiche devono essere conformi ai valori indicati nella Tabella 4-5.

Tabella 4-5 - Riduzioni

D ₁ mm	s ₁ mm	D ₂ mm	s ₂ mm	Z mm
125	7,4	110	6,6	65
140	8,3	110 125	6,6 7,4	50 50
160	9,5	110 125 140	6,6 7,4 8,3	90 65 65
180	10,7	110 125 140 160	6,6 7,4 8,3 9,5	90 80 75 70
225	13,4	200	11,9	92
250	14,8	200 225	11,9 13,4	84 62
280	16,6	200 225 250	11,9 13,4 14,8	110 88 88
315	18,7	200 225 250 280	11,9 13,4 14,8 16,6	140 118 97 71

D ₁ mm	s ₁ mm	D ₂ mm	s ₂ mm	Z mm
355	21,1	225	13,4	153
		250	14,8	131
		280	16,6	105
		315	18,7	75
400	23,7	250	14,8	170
		280	16,6	144
		315	18,7	114
		355	21,1	79
450	26,7	280	16,6	188
		315	18,7	157
		355	21,1	122
		400	23,7	84

16.4.3.5 Bout

Le dimensioni caratteristiche devono essere conformi ai valori indicati in Tabella 4-6.

Tabella 4-6 - Bout

De mm	s mm	h ₁ mm	h ₂ mm	h ₃ mm	D ₁ mm	D ₂ mm
20	2,3	7	13	50	27	45
25	2,3	9	13	50	33	58
32	2,3	10	13	50	40	68
40	2,4	11	15	50	50	78
50	3,0	12	15	50	61	88
63	3,8	14	18	50	75	102
75	4,5	16	20	50	89	122
90	5,4	17	20	80	105	138
110	6,6	18	25	80	125	158
125	7,4	18	20	80	132	158
140	8,3	18	28	80	155	188
160	9,5	18	28	80	175	212
180	10,7	20	30	80	180	212
200	11,9	24	40	100	232	268
225	13,4	24	30	100	235	268
250	14,8	25	40	100	285	320
280	16,6	25	30	100	291	320
315	18,7	25	40	100	335	370
355	21,1	30	40	100	373	430
400	23,7	33	45	120	427	482
450	26,7	46	60	120	514	585

La tolleranza su h₁ vale 1,5 mm in aumento e 0,5 mm in diminuzione.

La tolleranza su D₁ vale 0,5 mm in aumento; non è ammessa alcuna variazione di D₁ in diminuzione.

La tolleranza su D₂ vale 0,5 mm in aumento; non è ammessa alcuna variazione di D₂ in diminuzione.

16.4.3.6 Flange libere

Le flange devono essere realizzate secondo le norme DIN 2002 in acciaio tipo FE 37 (ASTM A 105). Le caratteristiche geometriche devono essere conformi ai valori indicati nella Tabella 4-7.

In questa ultima si è indicato con De il diametro esterno del tubo in PE, e con DN il diametro nominale dei pezzi speciali in ghisa o acciaio da accoppiare al tubo in PE.

Tabella 4-7 - Flange libere

De mm	DN mm	D ₃ mm	D ₁ mm	D ₂ mm	s mm	f mm	n° fori	r mm
----------	----------	----------------------	----------------------	----------------------	---------	---------	---------	---------

De mm	DN mm	D ₃ mm	D ₁ mm	D ₂ mm	s mm	f mm	n° fori	r mm
20	15	95	28	65	16	14	4	3
25	20	105	34	75	16	14	4	3
32	25	115	42	85	16	14	4	3
40	32	140	51	100	16	18	4	3
50	40	150	62	110	16	18	4	3
63	50	165	78	125	18	18	4	3
75	65	185	92	145	18	18	4	3
90	80	200	108	160	20	18	8	3
110	100	220	128	180	20	18	8	3
125	100	220	135	180	20	18	8	3
140	125	250	158	210	22	18	8	3
160	150	285	178	240	22	22	8	3
180	150	285	184	240	22	22	8	3
200	200	340	238	295	24	22	8	3
225	200	340	238	295	24	22	8	3
250	250	395	290	350	26	22	12	3
280	250	395	290	350	26	22	12	3
315	300	445	340	400	26	22	12	3
355	350	505	377	460	26	22	16	4
400	400	565	430	515	32	26	16	4
450	500	670	520	620	34	26	20	6

g) Tolleranze sugli spessori

La tolleranza t_s (mm), che si riferisce solo alle possibili variazioni in aumento dello spessore s (mm), deve rispettare in ogni punto i valori derivanti dalla formula seguente arrotondata al decimo superiore

$$t_s = 0,1 s + 0,2.$$

16.4.4 Caratteristiche meccaniche

I raccordi possono essere sottoposti a prova di resistenza meccanica sia singolarmente con un tronco di tubazione sia come parte di un assemblaggio comprendente più di un raccordo.

Gli assemblaggi devono essere preparati con componenti (tubi e raccordi) appartenenti alla medesima classe di pressione.

I campioni da sottoporre alle prove di cui ai successivi punti a), b), d), devono essere condizionati secondo la ISO 921.

La tensione sarà calcolata utilizzando le dimensioni del tubo utilizzato nell'assemblaggio.

- Il campione sottoposto a prova a 20° C sotto una tensione di 12,4 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 100 h.
- Il campione sottoposto a prova a 80°C sotto una tensione di 5,5 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 165 h.
- Se un provino subisce una rottura duttile durante la prova di cui al punto b), in meno di 165 h, deve essere condotto il test di cui al successivo punto d).
- Il campione sottoposto a prova a 80°C sotto una tensione di 5,0 MPa, secondo la ISO 1167, dovrà rimanere stabile per un tempo non inferiore a 1000 h.

16.4.5 Caratteristiche fisiche

16.4.5.1 Condizionamento

Prima dei test il campione deve essere condizionato in accordo con la ISO 921.

16.4.5.2 Termostabilità

Deve permanere per un tempo non inferiore a 30 min; il test deve essere condotto a 200°C secondo la ISO/TC 10837.

16.4.5.3 Opacità

Deve essere pari allo 0,2%; il test deve essere condotto secondo la ISO/DIS 7686.

16.4.5.4 Indice di fluidità (MFR)

Le variazioni del MFR dovute alla lavorazione devono essere inferiori al 25%. Il valore, riscontrato secondo la ISO 1133 (metodo 18) deve essere pari a $\pm 30\%$ di quello dichiarato dal produttore.

16.4.6 Marchiatura

Tutti i raccordi devono essere marchiati con composto indelebile con un procedimento che preservi il raccordo dall'insorgere di qualsiasi fenomeno di fessurazione e rottura.

Se la marchiatura avviene a stampo, deve essere usato un colore diverso dal colore base del raccordo.

Le informazioni apposte devono essere leggibili ad occhio nudo. Devono essere riportate le seguenti informazioni:

- 1) Marchio di fabbrica;
- 2) La sigla "PE/MRS 10 ACQUA", ovvero "PE/MRS XX ACQUA" in cui XX è il valore del MRS qualora questo sia maggiore di 10;
- 3) Il diametro esterno (in mm);
- 4) La classe di pressione (in bar);
- 5) La denominazione completa della materia prima utilizzata;
- 6) La data di produzione (almeno mese ed anno).

16.5 CERTIFICATI DI PROVA E DI QUALITÀ

I certificati di prova e di qualità emessi da Istituto Ufficiale e presentati dalla Impresa, saranno ammessi qualora il fabbricante dei tubi in polietilene sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione. In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data di fornitura e subordinati alla dimostrazione che i tubi vennero prelevati e contrassegnati da un delegato dell'Istituto in cui sono state eseguite le prove.

L'accettazione di tali certificati non esclude che, a giudizio della Direzione Lavori, possano venir eseguite ulteriori prove in cantiere come descritto al Capitolato.

16.6 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI, PROVE DI TENUTA DELLE CONDOTTE E LORO DISINFEZIONE

La minima profondità di posa dalla generatrice superiore del tubo dovrà essere di m 1,00 ed in ogni caso sarà da valutare in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo, del diametro della tubazione.

In linea di massima la larghezza del fondo dello scavo deve essere tale da lasciare liberi 10 cm da ogni lato del tubo, ed in ogni caso dovrà essere sufficiente da permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione se fatto nello scavo.

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm, sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

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

L'assieme della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità, i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

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

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.
Il riempimento si consiglia 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 sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a $5 \div 6$ m dal pezzo da collegare.
L'Impresa deve eseguire a sue spese le prove di tenuta delle condotte con le regole fissate per le tubazioni di ghisa nonchè eseguire la disinfezione delle condotte secondo le prescrizioni della ASL competente o, in mancanza, della D.L..

16.7 GIUNTI PER TUBAZIONI IN POLIETILENE

I giunti per tubazioni in polietilene saranno eseguiti per saldatura. L e testate dei tubi saranno preparate controllando l'ortogonalità dello smusso rispetto all'asse del tubo ed eventualmente procedere alla loro rettifica. Lo smusso va quindi ripulito con carteggiatura badando a non riscaldare troppo il polietilene.

La saldatura del polietilene ad alta densità potrà avvenire con 2 sistemi:

- con termoelementi
- a gas caldo.

La saldatura dei tubi sarà generalmente eseguita di testa con termoelementi; la saldatura d'angolo per la preparazione di pezzi speciali con gas caldo.

Le saldature vanno eseguite da personale specializzato e con attrezzature idonee.

16.8 BLOCCHI DI ANCORAGGIO

Tutte le spinte derivanti dai cambiamenti di direzione della condotta, da cambiamenti di diametro o da diramazioni debbono essere contrastate da blocchi di ancoraggio proporzionati in base al diametro delle tubazioni, alla pressione di collaudo ed alla consistenza del terreno attraversato.

ART. II-19 POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI E MANUFATTI SCATOLARI**19.1 GENERALITÀ**

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione o manufatto dovrà essere preceduta, qualora non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, in modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno peraltro essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" di cui al D.M. 12 dicembre 1985 (G.U. n. 61/1986) e la relativa Circolare applicativa 20 marzo 1986, n. 27291.

Prima della posa delle tubazioni, l'Impresa procederà al ricontrollo del tracciamento e dei capisaldi dei condotti secondo i profili altimetrici e planimetrici di progetto, approvati dalla Direzione Lavori e con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione Lavori stessa.

Le condutture dovranno risultare rettilinee ed a pendenza costante fra vertice e vertice.

L'Impresa procederà quindi, con l'ausilio di stadie, canne graduate e livello a cannocchiale, al picchettamento dei vertici e dei tratti rettilinei della tubazione sul fondo degli scavi.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente rettificato il fondo dello scavo, predisponendo ove previsto, l'eventuale aggettamento dell'acqua e l'eventuale letto di posa.

Verranno quindi predisposti trasversalmente allo scavo delle dime o delle modine di riferimento su cui verranno tracciati con precisione l'asse dell'allineamento tra vertice e vertice nonché una distanza costante sul piano di posa per il controllo delle livellette delle tubazioni.

I tubi verranno calati nella trincea con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura che del rivestimento e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni facendo riferimento ad un filo armonico teso fra modina e modina. Nell'operazione di posa si deve evitare che entrino nell'interno della condotta detriti o corpi estranei di qualunque natura o che venga danneggiata la superficie interna del tubo.

Prima di essere calati nelle trincee tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate: quindi saranno controllati per accertare che non vi siano rotture, crepe, soffiature o camere d'aria. Ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e allineato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti di tracciato fissati in modo da corrispondere perfettamente all'andamento planimetrico ed altimetrico del progetto.

In particolare non saranno ammesse deviazioni dall'asse o contropendenze. Nel caso che nonostante tutto questo si verificassero, l'Impresa dovrà rettificare la tubazione, compreso la rimozione del tratto già posato e ricostruirlo nel modo prescritto. Tutti i maggiori oneri derivanti da queste operazioni saranno a totale carico dell'Impresa.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri debbono essere rivolti verso i punti di quota maggiore. I tubi debbono essere disposti in modo da poggiare sul sottofondo previsto per tutta la loro lunghezza.

Durante la fase di posa in opera delle tubazioni il fondo dello scavo dovrà rimanere all'asciutto e non si procederà ai rinfianchi o al ricoprimento se prima la tubazione non sia stata provata idraulicamente. Durante il compattamento della sabbia o del calcestruzzo di rinfiango si dovrà assolutamente evitare di spostare il tubo dall'asse di progetto. La sabbia per i sottofondi, rinfianchi e coperture, sarà conforme a quanto prescritto al punto 7.2.2.

Ogni onere connesso alla posa in opera di tubazioni in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, ecc.) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

19.2 GIUNTI ED ANCORAGGI

L'esecuzione delle giunzioni dei tubi siano esse di tipo a bicchiere o a manicotto, quando non specificatamente indicato dal fabbricante dei tubi, avverrà come segue:

- si puliscono accuratamente le superfici sia esterne che interne dei giunti e degli anelli di tenuta in gomma o in materiale polimero; si lubrificano con prodotti adatti le sedi del giunto;
- si traccia sulla parte esterna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere o del manicotto, diminuita di un massimo di 10 mm;
- si esegue il centraggio del tubo da imboccare con il manicotto od il bicchiere, e si introduce a mezzo di leve o di tiranterie la canna nel manicotto o nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano frontale del giunto in oggetto. questa posizione non dovrà essere oltrepassata.

I giunti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica. Se durante la prova idraulica si verificassero delle perdite, l'Impresa dovrà smontare, riparare e/o a giudizio della Direzione Lavori sostituire gli elementi del giunto.

La prova di tenuta idraulica delle tubazioni destinate a funzionare a pelo libero si esegue di norma su una tratta compresa fra le due camerette chiudendo le estremità della tubazione con otturatori muniti di raccordi per la introduzione dell'acqua e l'evacuazione dell'aria.

La prova di tenuta ha esito positivo quando, fissata la quota piezometrica del riempimento al livello stradale e comunque non inferiore a 3 m, rispetto al fondo tubo, si determinano perdite misurate nell'arco di tempo di almeno 1 ora, inferiori a 0.2 litri per mq di superficie interna e per ora.

Le spinte che si esercitano sulle pareti interne del tubo in corrispondenza dei cambiamenti di direzione (orizzontali e verticali), o di sezione, debbono essere contrastate con adatti ancoraggi in calcestruzzo, all'occorrenza anche armato.

19.3 TUBI, RACCORDI ED APPARECCHI

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.

La posizione esatta in cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta od approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto. In difetto l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, procedere al corretto rifacimento della tubazione rimanendo peraltro responsabile degli eventuali danni nonchè delle maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Amministrazione.

19.4 TRACCIATI E SCAVI DELLE TRINCEE

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve: l'andamento serpeggiante, sia nel senso alimetrico che planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione od alle loro combinazioni (curve abbinata).

La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi od infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire

una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali e che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

19.5 SCARICO DAI MEZZI DI TRASPORTO

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che ai rivestimenti. L'agganciamento a mezzo grù dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

Qualora lo scarico avvenisse a mezzo di piano inclinato, questo dovrà avere pendenza non superiore a 45° e tavole sufficientemente rigide e rivestite.

19.6 PULIZIA DEI TUBI ED ACCESSORI

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo od apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti od altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con tappi di legno.

19.7 POSA IN OPERA DEI TUBI O MANUFATTI SCATOLARI

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti, e ciò sia nei punti di fondo della trincea corrispondenti alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della tubazione, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra i picchetti non superi i 15 metri. Successivamente verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo il letto di posa.

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. Quando i tubi non fossero eccessivamente pesanti, il calo nei cavi potrà essere eseguito a mano (per profondità comunque fino a 1,50 m e bordi di scavo sufficientemente stabili). I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove ciò si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

19.8 POSA IN OPERA DEI RACCORDI, APPARECCHI ED ACCESSORI

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di

progetto ed a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate. In particolare dovranno poi osservarsi le seguenti norme:

- i pezzi a "T" ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della tubazione, con la diramazione orizzontale o verticale secondo prescrizione;
- le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti previsti in progetto o comunque indicati dalla Direzione Lavori; di norma avranno lo stesso diametro della tubazione;
- le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi della condotta, tra due rami di pendenza contrari, ovvero all'estremità di una condotta isolata. Le saracinesche saranno generalmente posate verticalmente, entro pozzetti o camere in muratura;
- gli sfiati automatici, da collocarsi o nei punti culminanti della condotta, ed al termine di tronchi in ascesa, ovvero alla sommità dei sifoni, saranno posti in opera mediante appositi raccordi con diramazioni verticali. Gli sfiati saranno sempre preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo;
- le scatole di prova, da inserirsi nelle tubazioni nei punti che all'atto dell'esecuzione saranno indicati dalla Direzione, potranno essere con diramazione tangenziale per scarico, oppure senza, secondo le indicazioni che saranno date dalla stessa.

19.9 GIUNZIONI IN GENERE

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino a collaudo. Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'Appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni, restando a suo carico ogni ripristino o danno conseguente.

19.10 LAVAGGIO E DISINFEZIONE DELLE TUBAZIONI

Le tubazioni da adibire a condotta di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori. Ove non diversamente specificato comunque, la disinfezione verrà effettuata immettendo nella condotta 20 kg di grassello di calce per ogni tratto posato di lunghezza non superiore a 500 m; l'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

19.11 PROVA DELLE TUBAZIONI

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. Ciascun tratto da provare

sarà collegato con il precedente e con il seguente mediante scatole di prova destinate a ricevere le paratoie di arresto dell'acqua.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete od a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere. I manometri dovranno essere muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

19.12 RINTERRI

Per il rinterro dei cavi per la posa delle tubazioni si utilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti da cave di prestito regolarmente autorizzate, procurate a cura e spese dell'Appaltatore ed approvate dalla Direzione Lavori previa l'esecuzione delle relative prove presso laboratori ufficiali onde accertare la rispondenza alle caratteristiche descritte nei relativi prezzi di elenco e nelle norme del presente Capitolato.

In conformità ai disegni di progetto, ad una distanza di cm 20 sulla generatrice superiore della tubazione, dovrà essere posto in opera un nastro rivelatore in polipropilene di colore bleu e larghezza non inferiore a cm 40 realizzato a maglia rettangolare a fili piatti con incorporata una bandina metallica anticorrosiva onde facilitare il rilevamento della esatta posizione delle condotte interrate mediante l'utilizzo di apparecchiature elettromagnetiche.

Tale nastro rivelatore dovrà avere resistenza alla massima trazione non inferiore a Kg/m 400 ed allungamento unitario a rottura superiore allo 8% e dovrà avere inoltre applicato un nastro stampato con la scritta " ATTENZIONE - TUBO PER ACQUEDOTTO ovvero PER FOGNATURA".

Sono a totale carico dell'impresa e si intendono già compensati con il prezzo di aggiudicazione la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale arido a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Nell'eseguire i rinterri, si dovrà distinguere tra il ricalzo della tubazione, il riempimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Il ricalzo si estende dal fondo della fossa fino ad un'altezza pari all'asse del condotto; esso deve essere sempre realizzato con sabbia o ghiaietto salvo diversa indicazione riportata nei disegni di progetto. La compattazione dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri, contemporaneamente da ambo i lati della tubazione.

Subito dopo il ricalzo della canalizzazione, seguirà il riempimento della fossa, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso, un sufficiente costipamento, senza che la tubazione sia danneggiata.

Oltre l'altezza di 20 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente costipato fino a raggiungere un peso secco dell'unità di volume $\gamma_d \geq 1,85 \text{ t/m}^3$ e questo fino al piano strada

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà l'unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

19.13 TUBAZIONI DI ACCIAIO

I tubi di acciaio dovranno rispondere, per i rispettivi tipi, alle norme di accettazione di

cui al presente Capitolato.

I tubi protetti con rivestimenti bituminosi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia od a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sopra o sottostanti; tra i vari strati si dovranno quindi interporre dei listoni di legno di protezione o meglio dei materassini di paglia. Si dovrà anche limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento dei rivestimenti tenendo presenti le condizioni ambientali di temperatura.

Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

Potranno essere del tipo con "giunto a sovrapposizione" e con "giunto di testa". Le giunzioni con saldatura a sovrapposizione saranno di norma adottate nelle tubazioni per condotte d'acqua. Appartengono a questo tipo i giunti a bicchiere cilindrico (costruito, di norma per tubi fino a DN 350), a bicchiere sferico (DN 150 ÷ 900) ed a bicchiere sferico con camera d'aria (realizzato per consentire la giunzione con saldatura anche per i tubi dotati di rivestimento interno).

In tutti i casi i tubi dovranno essere accoppiati in asse, in modo che la saldatura si verifichi in posizione corretta.

Per la migliore riuscita delle giunzioni saldate, di norma all'arco elettrico, l'Appaltatore dovrà studiare, in accordo con la Direzione Lavori, quale sia il numero più conveniente degli strati di saldatura (passate) per ogni cordone, il calibro più conveniente dell'elettrodo per ogni passata e la più conveniente velocità di avanzamento delle saldature. In ogni caso le saldature dovranno essere eseguite da personale di provata capacità.

19.14 TUBAZIONI DI GHISA

I tubi di ghisa sferoidale dovranno rispondere, per l'accettazione, ai requisiti prescritti al presente Capitolato.

19.14.1 Giunzioni flangiate

Adoperate normalmente per il collegamento dei tubi a raccordi ed apparecchi, saranno realizzate mediante unione, con bulloni a vite, di due flange poste all'estremità dei tubi (o raccordi od apparecchi) fra le quali sia stata interposta una guarnizione di piombo in lastra di spessore non inferiore a 5 mm. Le guarnizioni avranno forma di anello, il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale al corrispondente "collarino" della flangia.

Sarà assolutamente vietato l'impiego di più anelli nello stesso giunto. Qualora pertanto fossero necessari maggiori spessori tra le flange, questi dovranno essere realizzati in ghisa e posti in opera con guarnizioni sui due lati. Guarnizioni di cuoio o di gomma, con interposto doppio strato di tela, potranno del pari essere impiegate, comunque su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori e sempre con spessore minimo di 5 mm.

I dadi dei bulloni dovranno essere stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti all'estremità di uno stesso diametro. Il serraggio sarà effettuato a mezzo di chiave dinamometrica. Successivamente la rondella di piombo sarà ribattuta energicamente sul perimetro, con adatto calcatoio e martello, onde aumentare le caratteristiche di tenuta.

19.14.2 Giunzioni elastiche con guarnizione in gomma

Verranno ottenute per compressione di una guarnizione di gomma, inserita in un apposito alloggiamento all'interno del bicchiere, sulla canna del tubo imboccato. Il bicchiere dovrà presentare un adatto profilo interno così da permettere anche le deviazioni angolari del tubo consentite dalla guarnizione.

Per l'esecuzione della giunzione, dopo accurata pulizia delle parti, si spalmerà un'apposita pasta lubrificante (da fornirsi a corredo dei tubi) nella sede di alloggiamento della guarnizione, all'interno della guarnizione stessa e nel tratto terminale della canna da imboccare. Si sistemerà quindi l'anello di gomma nel bicchiere dopo di chè, marcata sul tubo la profondità di imbocco, si introdurrà lo stesso nella esatta posizione con apposito apparecchio di trazione.

La profondità di imbocco dovrà essere pari alla profondità del bicchiere diminuita di 10

mm e questo onde consentire le deviazioni angolari consentite dal giunto.

19.14.3 Giunzioni elastiche con guarnizioni in gomma e controflangia

La giunzione sarà realizzata per mezzo di una apposita controflangia fissata con bulloni la cui estremità, opportunamente sagomata, appoggerà sull'esterno del bicchiere. La tenuta e l'aderenza saranno assicurate dalla compressione di una guarnizione di gomma posta all'interno del bicchiere, ottenuta con l'incuneamento dell'anello interno ed il serraggio dei bulloni della controflangia.

Nel montaggio del giunto, il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con progressione numerica alternata (curando cioè che non vengano serrati di seguito due bulloni adiacenti o comunque compresi in un angolo di 120°) e con il controllo dinamometrico delle coppie di serraggio. Tale controllo dovrà essere ripetuto dopo la prova idraulica.

19.15 TUBAZIONI DI GRÈS

19.15.1 Generalità

Dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di grès (ordinario o ceramico) rispondenti alle caratteristiche di accettazione di cui al presente Capitolato.

La posa sarà di norma effettuata su massetto di conglomerato cementizio magro, con successivo rinfiacco in materiale arido. Quando la tubazione dovesse venire installata in terreni sottoposti al transito di carichi pesanti, il rinfiacco sarà allargato, fino a costituire un manto a spessore (la misura di tale spessore, che comunque sarà ricavata mediante calcolo, dovrà essere non inferiore a 5 cm).

La posa delle tubazioni orizzontali dovrà essere iniziata dal punto di scarico, collocando i tubi con manicotto verso monte. Gli allacciamenti delle tubazioni secondarie verranno eseguite mediante pezzi speciali (giunti) con bracci a 45° curando, per quanto possibile, di evitare l'impiego di giunti a due bracci (giunti doppi). In corrispondenza a tali giunti o nei punti di deviazione, ed inoltre ogni 35 ÷ 40 m nelle tubazioni ad andamento rettilineo, dovranno essere predisposti dei pozzetti o delle camerette che permettano l'ispezione e la pulizia della tubazione.

Le giunzioni potranno essere effettuate, in rapporto alle prescrizioni ed alle condizioni di posa, sia in maniera semirigida che in maniera plastica ed elastica, quest'ultima dovendosi comunque ritenere norma contrattuale se non diversamente e specificamente disposto.

19.15.2 Giunzioni semirigide

Verranno realizzate in opera con l'impiego di stoppa o corda di canapa catramata e malta di cemento. La corda dovrà essere uniformemente imbevuta e sufficientemente secca. Verrà avvolta attorno alla testa del tubo e quindi, ad infilaggio avvenuto, ben compressa a stecca e mazzuolo fino a riempire, con eventuali aggiunte di altri giri di materiale, circa 1/3 della profondità del bicchiere.

Si provvederà dopo al controllo, alla rettifica ed al fissaggio della tubazione nell'esatta posizione e quindi alla sigillatura del giunto, mediante pasta di puro cemento 425, comprimendo il legante nella restante parte del bicchiere e lisciando a cazzuola fino a realizzare un raccordo con inclinazione verso l'esterno.

19.15.3 Giunzioni plastiche a caldo

Verranno realizzate in opera, per la sigillatura delle tubazioni con giunti a bicchiere, mediante corda di canapa catramata e mastice bituminoso versato a caldo.

L'esecuzione delle giunzioni plastiche a caldo verrà effettuata su tubi perfettamente puliti ed asciutti, previa verniciatura delle estremità da congiungere con lo stesso mastice da impiegare nella giunzione. Applicata la corda catramata, come in precedenza descritto, si fisserà attorno all'estremità del tubo ed a contatto del manicotto dell'altro un anello di gomma a sezione trapezoidale e di seguito, formato nel punto di unione delle due estremità del nastro un imbuto di argilla, si verserà con tazza a becco il mastice fuso fino a rifiuto.

Eseguita la giunzione, l'anello verrà mantenuto fino a completo indurimento del

materiale colato, proteggendo nello stesso tempo i tubi giuntati da possibili scosse.

19.15.4 Giunzioni plastiche a freddo

Verranno realizzate mediante nastri plastici o mastici spatolati a freddo, con materiali e modalità esecutive rispondenti alle norme DIN 4062. I prodotti dovranno avere consistenza plastico-dura ed essere compatibili con le vernici di pretrattamento che, comunque, dovranno essere applicate.

19.15.5 Giunzioni elastiche

Verranno realizzate con l'interposizione di anelli di gomma naturale o sintetica montati in opportune sedi anulari dei tubi, oppure mediante l'accoppiamento di tubi con giunzioni prefabbricate in stabilimento, attraverso la colatura di resina poliuretanica liquida attorno alla punta ed all'interno dei bicchieri dei manufatti.

19.15.6 Prove

Ogni tratto di tubazione dovrà essere provato, se non diversamente prescritto, ad una pressione non inferiore a $0,5 \text{ kgf/cm}^2$ ($0,05 \text{ MN/m}^2$) misurata nel punto più alto, e per le giunzioni poliuretaniche, fino ad una pressione di $1,5 \text{ kgf/cm}^2$ ($0,15 \text{ MN/m}^2$). Quest'ultimo valore, comunque, se espressamente richiesto e per giunzioni non angolate.

19.16 TUBAZIONI DI POLIETILENE

19.16.1 Generalità

Le tubazioni in argomento saranno realizzate, salvo diversa prescrizione, con tubi di polietilene rispondenti ai requisiti di cui al presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, tenendo presenti le norme generali e la pubblicazione n° 10 dell'Istituto Italiano dei Plastici (Raccomandazioni sulla installazione delle tubazioni di polietilene alta densità nella costruzione di acquedotti). Nelle tubazioni interrate, la minima profondità di posa rispetto alla generatrice superiore dei tubi dovrà essere di 0,90 m, ed in ogni caso sarà da valutare in funzione dei carichi, del pericolo di gelo e del diametro.

Ove pertanto durante i lavori si verificassero condizioni più gravose di quelle previste di norma in progetto (per tronchi di limitata lunghezza), si dovrà procedere ad opere di protezione tali da ridurre le sollecitazioni sulle pareti dei tubi ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Le tubazioni andranno poste in opera in conformità agli elaborati progettuali, su apposito letto di materiale permeabile arido (sabbia o pietrisco minuto) dell'altezza minima di cm 10. Con lo stesso materiale sarà eseguito il rinfianco delle tubazioni ed il loro ricoprimento per una altezza non inferiore a cm 20 oltre la generatrice superiore.

Dato il sensibile allungamento dei tubi in polietilene con i salti termici, sarà opportuno eseguire la posa nelle ore serali o al mattino con temperature prossime a quelle riscontrabili nell'esercizio delle condotte. Occorre tenere presente questo fatto anche per il posizionamento di collegamenti flangiati, immissioni e, se esistono, punti fissi.

In corrispondenza dei giunti dovranno essere scavate delle nicchie onde evitare che la tubazione resti appoggiata sui giunti stessi. Le nicchie verranno costruite dopo ultimato lo scavo a fondo livellato e dovranno avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e giunzione.

19.16.2 Giunzioni dei tubi in polietilene PE MRS 10

Le giunzioni fra tubo e tubo oppure fra tubo e raccordo o apparecchiature, etc. dovranno rientrare, secondo i casi, nelle seguenti tipologie: saldatura testa a testa, saldatura a manicotto termico, a serraggio meccanico (tipo Giboult), a flangia libera con collarino di appoggio, o a flangia libera.

Per ognuno dei sistemi adottati l'appaltatore sottoporrà alla D.L. relazioni esplicative e disegni quotati dai cui si evincano chiaramente le caratteristiche fisiche e dimensionali degli elementi costituenti la giunzione.

19.16.3 Giunzione per saldatura

Esse dovranno essere eseguite sempre

- da personale qualificato in possesso di licenza rilasciata da Ente abilitato ed in corso di validità;
- con idonee apparecchiature, tali da garantire le minime possibilità di errore nelle temperature, nelle pressioni e nei tempi;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

19.16.4 Saldatura testa a testa

19.16.4.1 *Generalità*

È usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e tra tubo e raccordo in PEad 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 a gas con regolazione automatica della temperatura.

19.16.4.2a) *Preparazione delle testate da saldare*

Le testate dei manufatti dovranno essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderate 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 clorurati.

19.16.4.3b) *Esecuzione della saldatura*

I due pezzi da saldare verranno quindi posizionati 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 verrà inserito fra le testate che saranno premute contro la sua superficie. Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento verrà estratto e le due testate saranno premute l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata sino a che il materiale non ritornerà allo stato solido. La saldatura non dovrà essere rimossa se non quando la zona saldata si sarà raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60°C.

19.16.4.4c) *Determinazione dei parametri della saldatura testa a testa*

La ditta fornitrice dei tubi, una volta determinato il materiale per la produzione dei tubi secondo le modalità descritte al presente Capitolato, dovrà determinare per ogni spessore e diametro delle tubazioni i parametri da applicare durante l'operazione di saldatura testa a testa il cui ciclo è composto dalle seguenti fasi:

- 1) Regolarizzazione- Durante questa fase le estremità dei tubi sono pressate sul termoelemento per portare a fusione una parte del materiale che formerà un rigonfiamento sia verso la parte interna che verso la parte esterna dello spessore della tubazione
- 2) Riscaldamento- La pressione sarà notevolmente diminuita, e per una certa lunghezza il materiale della tubazione è portato a fusione.
- 3) Allontanamento del termoelemento-La pressione delle testate sul termoelemento viene annullata ed il termoelemento stesso viene allontanato il più rapidamente possibile
- 4) Saldatura e raffreddamento- Le testate dei tubi vengono riportati a contatto ad una certa pressione sino a quando abbassatasi la temperatura sotto un certo valore può considerarsi conclusa l'operazione di saldatura.

I parametri da stabilire per le quattro fasi sono:

- temperatura del termoelemento;
- pressione delle testate dei tubi sul termoelemento durante le fasi 1), 2), 4);

- durata delle fasi 1) 2) 3) 4).

I parametri di saldatura dovranno essere tali che un tronchetto contenente una saldatura testa a testa condizionato secondo la ISO 291 venga ritenuto idoneo dai test previsti nel presente Capitolato.

Inoltre, la bontà del procedimento dovrà essere testata con prove di trazione secondo WIS 4-32-13.

I disegni, e le relazioni contenenti le specifiche e i parametri per l'esecuzione della saldatura testa a testa dovranno essere munite, per l'invio alla D.L., del visto del fornitore dei tubi.

19.16.4.5d) Unità di controllo per l'esecuzione di una perfetta saldatura

Tutte le operazioni descritte saranno eseguite e controllate automaticamente da una unità di controllo programmabile che determinerà i tempi di esecuzione di tutte le fasi della saldatura in funzione del diametro, dello spessore della tubazione e della temperatura esterna.

Tale unità di controllo dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Parametri programmabili:

- Temperatura del termoelemento
- Pressione di preriscaldamento
- Pressione di contatto
- Tempi di preriscaldamento
- Velocità di giunzione delle testate
- Tempi di raffreddamento
- Controllo della fresatrice e dello chassis di allineamento
- Interruzione della saldatura in caso di non conformità dei parametri
- Pilotaggio logico della saldatura per tutte le situazioni anomale
- Memorizzazione dei dati su supporto magnetico con la possibilità di uscita su stampante dei dati registrati per ogni singola saldatura
- Routine autodiagnostica

L'intervento manuale dell'operatore sarà quindi limitato nella pulizia delle testate della tubazione e nel loro serraggio nello chassis di allineamento, nell'inserimento da tastiera all'unità di controllo dei dati tipo di tubo e numero dell'operatore, e nel controllo ottico dello stato finale della saldatura.

19.16.4.6e) Classificazione di saldatura ben eseguita

Una saldatura è ben eseguita quando:

- è priva di inclusioni
- è priva di fessurazioni
- vi è una completa coesione del materiale fuso alle estremità delle tubazioni

19.16.4.7f) Controllo di una saldatura

Ogni saldatura ad un controllo visivo dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- ciascun rigonfiamento dovrà essere arrotondato su tutta la circonferenza della tubazione (Fig. V-1)
- i due rigonfiamenti dovranno essere della medesima dimensione
- K (Fig. V-1) non deve essere nullo.
- Le superfici dei rigonfiamenti dovranno essere lisce e dall'aspetto opaco
- Il " RETREINT " del tubo non dovrà oltrepassare il 10% dello spessore della tubazione

Inoltre sul 20% delle giunzioni (saldature) eseguite ogni giorno in opera la Direzione Lavori potrà disporre un controllo di tipo non distruttivo con apparecchiatura ad ultrasuoni.

L'eventuale presenza di difetti comporterà un raddoppio dei controlli. Se il numero dei giunti difettosi dovesse superare il 10% della produzione giornaliera l'intero tratto dovrà essere smontato e rifatto.

19.16.5 Saldatura della raccorderia per elettrofusione

19.16.5.1 Generalità

La saldatura per elettrofusione si esegue riscaldando elettricamente la raccorderia

(manicotti, collari di presa ecc.) entro la 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.

19.16.5.2a) Preparazione del tubo e della raccorderia da saldare

Per una buona riuscita della saldatura ci si dovrà accertare 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 dovranno essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale. La raccorderia elettrosaldabile non può e non deve essere raschiata. La raccorderia dovrà essere immagazzinata entro i propri imballi, e comunque in luogo non esposto ai raggi solari.

19.16.5.3b) Esecuzione della saldatura

La saldatura non dovrà essere forzata in alcun modo, la giunzione dovrà essere mantenuta bloccata nel posizionatore fino ad esaurimento del tempo di raffreddamento e cioè se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50°C.

Qualora, durante il processo di saldatura, si verificasse una interruzione, è possibile ripetere l'operazione, attendendo il completo raffreddamento prima di ricollegare il raccordo alla saldatrice o di reimpostare il tempo totale di saldatura.

E' ammessa una sola ripetizione del processo di saldatura.

19.16.5.4c) Determinazione dei parametri della saldatura per elettrofusione

La ditta fornitrice dei tubi, una volta determinato il materiale per la produzione dei tubi ed il tipo di raccorderia, dovrà determinare per ogni spessore e diametro delle tubazioni e tipo di raccordo i parametri da applicare durante l'operazione di saldatura che sono:

- tempo di saldatura;
- tensione di alimentazione.

Tali parametri di saldatura dovranno essere tali che un tronchetto contenente un raccordo elettrosaldato condizionato secondo la ISO 291 venga ritenuto idoneo dai test previsti nel presente Capitolato.

I disegni, e le relazioni contenenti le specifiche e i parametri per l'esecuzione di un raccordo elettrosaldato dovranno essere munite, per l'invio alla D.L., del visto del fornitore dei tubi.

19.16.5.5d) Unità di controllo per l'esecuzione di una perfetta saldatura.

Tutte le operazioni per l'esecuzione di una perfetta saldatura, saranno eseguite da una saldatrice auto/manuale con funzione di controllo automatica svolta da un'unità programmabile che determinerà i tempi di esecuzione di tutte le fasi della saldatura in funzione del diametro, dello spessore della tubazione del tipo di raccorderia e della temperatura esterna.

Tale unità di controllo dovrà avere le caratteristiche di essere protetta dalle sovratensioni di alimentazione, di avere un controllo elettrico di frequenza, per compensare l'alta induttanza di alcuni generatori, di eliminare il picco di corrente iniziale.

Parametri programmabili:

- Tempo di saldatura
- Identificazione dell'operatore

Segnalazione errori:

- problema di alimentazione
- problema nel raccordo
- problema di tensione tra saldatrice e raccordi
- problema di corrente tra saldatrice e raccordi
- errore conteggio tempi

Memorizzazione dei dati su supporto magnetico con possibilità di uscita su stampante dei dati registrati per ogni singola saldatura.

L'intervento manuale dell'operatore sarà quindi limitato nella pulizia della testata della

tubazione e della raccorderia e nel loro serraggio nello chassis di allineamento, nell'inserimento da tastiera all'unità di controllo dei dati, tipo di tubo e numero dell'operatore, e nel controllo ottico dello stato finale della saldatura.

19.16.6 Giunto a serraggio meccanico tipo gibault, con tenuta mediante guarnizione elastomerica

Tale tipo di giunzione potrà essere effettuata su ogni tipo di tubo, anche fra tubi di materiale diverso, purché abbiano lo stesso diametro esterno.

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 variazioni lineari che possono verificarsi per effetto termico nei due tronchi da congiungere, più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm. in relazione al diametro dei tronchi stessi.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazioni

- A. provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere ed assicurarsi che siano integre;
- B. infilare le estremità dei due tubi nel giunto meccanico ed assicurarsi che ciascuna di esse sia introdotta per lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto, badando, però, che esse non vengano a contatto tra di loro;
- C. infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

19.16.7 Giunto con ancoraggio mediante anello ghiera di graffaggio

Tale tipo di giunzione dovrà essere realizzata secondo il seguente ordine di operazioni:

- a) tagliare il tubo nella lunghezza richiesta;
- b) separare le parti dal raccordo e montarle sul tubo: prima che la ghiera seguita dall'anello di serraggio conico, curando che questo 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 elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo.
- d) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo ed avvitare strettamente la ghiera al raccordo stesso.

19.16.8 Giunto a flangia libera con collare di appoggio

Tale tipo di giunzione potrà essere effettuato anche fra tubi di materiale diverso o per il collegamento a pezzi speciali. Si realizza con flange scorrevoli infilate su collari saldabili, prefabbricati per stampaggio dai fornitori dei tubi.

Le flange potranno essere di normale acciaio al carbonio o di altro materiale, purché accettato dalla Direzione Lavori, e dovranno avere le caratteristiche del presente Capitolato.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazioni:

- a) infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- b) unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto;
- c) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- d) bullonare effettuando il serraggio a croce.

19.16.9 Collaudo delle tubazioni in pressione

La prova si intende riferita alle condotte con relativi giunti, curve, derivazioni, riduzioni, ecc., e potrà effettuarsi anche dopo la collocazione dei vari accessori idraulici (saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.). Riempita la tratta da provare, la stessa verrà messa in pressione con gradiente di 1 kgf/cm² al minuto fino a raggiungere la pressione di esercizio, pressione che verrà mantenuta per il tempo necessario a consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta. Quindi si effettuerà una prova preliminare (ad 1 ora) ed una definitiva (a 12 ore) con le seguenti modalità:

- a) Prova ad 1 ora: si porterà la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale a 20°C) e si isolerà il sistema della pompa di prova per il

periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo d'acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova. Tale quantitativo non dovrà superare il valore di $1,67 \times L \times PN \times D_i / 1000$ con L espresso in km, PN in bar e D_i in mm.

- b) Prova a 12 ore: si effettuerà subordinatamente all'esito positivo della precedente, lasciando la tratta alla pressione di prova per il tempo di 12 ore e, trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, misurando il quantitativo d'acqua necessario a ristabilirla, che non dovrà superare il quantitativo stabilito con la precedente formula riferita a 12 ore.

ART. II-20 MANUFATTI PER ACQUEDOTTO: CAMERETTE E CHIUSINI

20.1 GENERALITÀ

I pozzetti di raccordo semplici o sifonati, i pozzetti stradali, le camerette di ispezione, saranno in calcestruzzo semplice o armato delle dimensioni e della classe di calcestruzzo indicata nei disegni di progetto o descritte dalla Direzione Lavori.

Tutti i manufatti dovranno corrispondere ai disegni di progetto o a quelli delle ditte costruttrici, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

20.2 CAMERETTE

Le camerette d'ispezione per saracinesche, scarichi, sfiati, collegamenti e diramazioni, verranno in genere gettate in opera; saranno armate in base alle specifiche sollecitazioni e munite di camino di accesso dalla superficie.

Il fondo delle camerette dove il livello della falda idrica superficiale lo consenta, verrà realizzato con uno strato di ghiaia che permetta il disperdimento delle acque accidentalmente fuoriuscite dalle apparecchiature installate in cameretta.

L'innesto del condotto nelle camerette dovrà essere eseguito secondo le modalità indicate nei disegni di progetto specie nel caso che queste debbano fungere da blocco di ancoraggio. Le scalette di accesso saranno in ferro zincato o in ghisa protetta da vernice antiacida.

20.3 CHIUSINI

20.3.1 Chiusini per Camerette

Di norma, per la chiusura dei camini di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in acciaio o in ghisa grigia o in ghisa sferoidale. La ghisa grigia sarà conforme alle norme G15 UNI 5007, l'acciaio avrà una resistenza a trazione di 52 kg/mm². La ghisa sferoidale dovrà essere conforme alle Norme ISO 500/7 - 400/12.

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

Tutti i chiusini dovranno corrispondere ai disegni-tipo. In modo particolare si prescrive che:

- le superfici di appoggio del coperchio con il telaio siano lavorate con un utensile in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento. La Direzione dei Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini;
- il coperchio sia allo stesso livello del telaio, non essendo tollerata alcuna differenza di altezza fra i due pezzi;
- il gioco tra coperchio e telaio non sia inferiore al 4% né superiore al 15% di quello prescritto;
- esistano fori di aerazione e di sollevamento;
- ogni chiusino dovrà portare, ricavata nella fusione, e secondo le prescrizioni particolari della Direzione dei Lavori, l'indicazione della Stazione appaltante..

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, progettato, salvo casi particolari a giudizio della Direzione Lavori, per un carico di prova rispondente alla distinta sotto riportata:

- | | |
|---|------|
| - su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento | 40 t |
| - su strade comunali senza traffico di scorrimento | 25 t |
| - su strade private trafficate | |

	15 t	
-	su banchine di strade pubbliche	5 t
-	su giardini e cortili con traffico pedonale	600 kg

Per carico di prova s'intende quel carico che, applicato secondo le modalità indicate nei paragrafi successivi, provoca la prima fessurazione del materiale del chiusino.

Su ciascun elemento dovrà essere indicato, ricavato nella fusione, il carico che può sopportare come sopra descritto.

20.3.2 Chiusini e griglie per pozzetti di scarico di acque stradali

Normalmente salvo casi particolari, a giudizio della Direzione Lavori, i chiusini e le griglie dovranno essere garantiti, per ciascuno degli impieghi sottoelencati, al carico di prova, da indicare, ricavato in fusione, su ciascun elemento:

-	su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento	25 t
-	su strade comunali senza traffico di scorrimento	15 t
-	su banchine di strade pubbliche e strade private di piccolo traffico	5 t
-	in cortili e giardini con traffico pedonale	600 kg.

I chiusini e le griglie dovranno essere costruiti con la medesima accuratezza dei chiusini per le camerette.

20.3.3 Modalità di posa

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q.li di cemento tipo 425 per m3 d'impasto confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato.

Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati.

Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

20.4 PROVE E COLLAUDI SUI CHIUSINI E GRIGLIE

Per la loro ammissibilità, ai fini dell'accertamento di rispondenza della fornitura, i certificati dovranno riferirsi a prove sino a rotture eseguite su almeno tre elementi per ogni tipo e dimensione di chiusino che debba essere installato. Alle prove dirette dovrà essere sottoposto un elemento, ogni 100 oggetti di fornitura, a tal fine le forniture verranno arrotondate, in più o in meno, a seconda dei casi al più prossimo centinaio. Tuttavia anche per le forniture inferiori ai cento, ma di almeno venti elementi, si provvederà sempre a spese dell'Appaltatore,

all'esecuzione di una prova.

Le modalità di prova, se diverse da quanto di seguito riportato, e l'Istituto presso cui verranno eseguite saranno indicate dalla Direzione Lavori.

Il telaio del chiusino verrà posato sul supporto della macchina di prova con l'interposizione di un sottile strato di gesso si da garantire la perfetta orizzontabilità. La forza di pressione verrà esercitata perpendicolarmente al centro del coperchio per mezzo di un piatto del diametro di 200 mm il cui bordo inferiore risulti arrotondato con raggio di 10 mm. Il piatto dovrà essere posato sul coperchio con l'interposizione di un sottile strato di gesso, di feltro o di cartone, per garantire il perfetto completo appoggio. La pressione dovrà essere aumentata lentamente e continuamente con incrementi che consentono il raggiungimento del carico di prova in 4 minuti primi, ma verrà arrestata, nel caso non si siano verificate fessurazioni, al 90% di tale valore. Qualora invece anche uno solo degli elementi sottoposti a prova si fessurasse, si procederà senz'altro a sottoporre alla prova completa, fino a rottura, altri 2 elementi, indipendentemente dalla consistenza della fornitura, e il carico di rottura risulterà dalla media di 3 valori.

Il costo delle prove e gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa. Le spese saranno a carico della Stazione appaltante solo se venga richiesta, e dia esito positivo, una prova su fornitura inferiore ai venti elementi.

20.5 ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

20.5.1 Chiusini per pozzetti

I chiusini per carreggiata e marciapiede dovranno rispondere alle indicazioni delle norme UNI EN 124 ("Dispositivi di coronamento e chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcatura").

Essi dovranno essere in ghisa sferoidale conforme alle norme UNI 4544, con telaio quadrato o rotondo e botola rotonda con dimensione di passaggio minima di 600 mm.

In rapporto alla condizione di esercizio, dovranno generalmente appartenere alla classe D 400 (portata di 40 t). Per destinazione diversa da quella stradale (zone pedonali, marciapiedi, ecc.) potranno essere utilizzati chiusini appartenenti a classi diverse, previa approvazione della Direzione Lavori, in ogni caso con portate non inferiori a 12,5 t (classe B 125) (ved. Tab. III-23)

TAB. III-23 Classe dei chiusini (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE	PORTATA
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde	1,5 t
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari)	12,5 t
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette	25 t
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali)	40 t

Tutti i chiusini dei pozzetti relativi alla rete idrica dovranno inoltre portare una marcatura leggibile e durevole indicante, oltre alla norma UNI EN 124 di riferimento, la classe corrispondente, il nome e/o la sigla del fabbricante e eventuali scritte e stemmi indicati dalla D.L..

Le chiusure dei pozzetti inerenti la rete idrica dovranno essere del tipo "non ventilato", mentre saranno del "tipo ventilato" i chiusini che si rendesse necessario collocare nel ripristino di qualche tratto di fognatura interessata dai lavori; in tal caso la superficie minima d'aerazione ed i fori d'aerazione dovranno essere rispondenti alla citata norma UNI EN 124.

Le botole dei chiusini utilizzati per fognatura dovranno riportare le scritte e gli stemmi eventualmente indicati dalla D.L..

Tutti i telai dovranno essere forniti di una guarnizione antirumore in elastomero o in polietilene al fine di impedire il contatto diretto metallo - metallo e assicurare altresì una sede stabile alla botola.

Per quanto riguarda le prove da effettuare sui detti chiusini (carico di prova, apparecchiature da adoperare, tolleranze, dimensioni e forme dei punzoni di prova, modalità di esecuzione delle prove) queste dovranno rispondere alle prescrizioni delle sopracitate norme UNI EN 124. In particolare, per la classe D 400, si avrà un carico di prova di 400 KN ed i chiusini saranno sottoposti alla prova di misurazione della freccia residua dopo l'applicazione dei due terzi del carico di prova, freccia che dovrà essere inferiore a 1:500 del diametro di passaggio, e successivamente all'applicazione dell'intero carico di prova senza che si notino fessurazioni di sorta nel materiale.

20.5.2 Caditoie

Le caditoie stradali saranno superiormente chiuse da una griglia esterna, generalmente in ghisa, adeguatamente dimensionata, attraverso la quale le acque piovane si immetteranno nel pozzetto e da uno sportello d'ispezione anch'esso generalmente in ghisa, posto al di sopra della seconda vasca -

Sia la detta griglia che lo sportello in questione, che potranno anche essere realizzati in acciaio o in conglomerato cementizio dosato a Kg 450 di cemento, saranno collegati ad un telaio in ghisa o in acciaio a mezzo di una traversa anch'essa in ghisa o in acciaio e potranno essere sostituiti, entrambi o separatamente, senza la necessità di sostituire anche il telaio.

La valvola meccanica sarà costituita da un telaio metallico (ghisa, acciaio inossidabile, alluminio, ecc.) e da uno sportello mobile che ruota intorno a due cerniere in ottone o acciaio inossidabile.

La rotazione si realizzerà per effetto della spinta esercitata dal basso verso l'alto, da parte dell'acqua, sulla superficie inferiore dello sportello, consentendo così il passaggio dell'acqua medesima nella vasca di sedimentazione e quindi il suo smaltimento.

Tale valvola meccanica sarà atta a garantire una continua efficienza, limitando in modo pressoché totale le esalazioni sgradevoli ed impedendo la fuoriuscita di ratti o di altri animali igienicamente nocivi.

Gli eventuali cestelli per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

In rapporto all'utilizzazione il carico di prova sarà stabilito come alla Tab. III-23. Esso dovrà essere riportato in fusione su ciascun elemento.

20.5.3 Chiusini in ghisa grigia per apparecchiature sottosuolo

Dovranno essere prodotti in ghisa di seconda fusione di classe G25 UNI 5007-69 e dovranno rispondere, per le ulteriori caratteristiche qualitative e di fabbricazione, alle prescrizioni delle richiamate norme UNI.

Dovranno inoltre essere esenti da difetti di lavorazione che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata.

20.5.4 Gradini per pozzetti di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato od ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211 B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 325 Kgf (3240 N).

20.6 MATERIALI PER GIUNZIONI

20.6.1 Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc). Le norme di cui al presente titolo si riferiscono specificatamente alle guarnizioni ad anello a sezione circolare di gomma naturale di cui alla norma UNI 4920. Per le guarnizioni di gomma sintetica le prescrizioni sono da considerare di riferimento comparativo. Per le guarnizioni di sezione diversa dalla circolare, i metodi di prova indicati dovranno essere eseguiti nei limiti di compatibilità con la forma particolare della sezione.

Le guarnizioni dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevino i seguenti dati:

- a) il carico e l'allungamento a rottura delle mescolanze di gomma vulcanizzata, allo stato naturale e dopo invecchiamento artificiale. Il trattamento di invecchiamento artificiale consiste nel mantenere le provette, per la durata di 166 ore, alla temperatura di $70 \pm 1^\circ\text{C}$ in una stufa a lento ricambio di aria;
- b) il grado di durezza, espresso in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) de-terminato secondo le modalità previste nella norma UNI 7318;
- c) l'allungamento residuo percentuale da prova di trazione, effettuata su anello con le modalità di cui al punto 3.4 della UNI 4920. Le percentuali di allungamento cui gli anelli in prova verranno sottoposti corrisponderanno al 35% dell'allungamento a rottura minimo di cui alla tabella III - 24. Le guarnizioni sotto tensione non dovranno rivelare screpolature, forellini od irregolarità; appena riportate allo stato di riposo non dovranno presentare un allungamento residuo superiore al 30%, allungamento che dopo un'ora dovrà essere praticamente scomparso;
- d) la deformazione permanente a compressione, eseguita a temperatura ordinaria ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) ed a $70 \pm 1^\circ\text{C}$, con le modalità di cui al punto 3.5. della UNI citata. Le deformazioni residue a compressione, misurate alle due temperature di prova, dovranno rispettivamente risultare inferiori al 5% ed al 25%;
- e) l'esito delle prove di resistenza al freddo e di assorbimento di acqua, eseguite come ai punti 3.6 e 3.7 della UNI citata. Per la prova a freddo le guarnizioni, portate e mantenute per 2 ore alla temperatura di 40°C , dovranno presentare una buona flessibilità, esente da screpolature. Per la prova di assorbimento, un dischetto di 4 mm di spessore, ricavato in sezione ed immerso in acqua per 7 giorni, dovrà denunciare un assorbimento non maggiore del 2%.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Sulle dimensioni nominali delle guarnizioni saranno consentite le tolleranze di cui al punto 2.3 della UNI 4920. Le categorie saranno caratterizzate dal diverso grado di durezza secondo quanto di seguito riportato; ogni categoria sarà indicata a mezzo di apposito contrassegno colorato e presenterà valori del carico unitario di rottura "RI" e dell'allungamento a rottura "AI" non inferiori a quelli riportati nella tab. III-24.

TAB. III-24 Elastomeri. Guarnizioni ad anello. Categorie, contrassegni e valori minimi delle caratteristiche meccaniche

Categorie	Durezza IRH	Contrassegno	RI (Kgf/cm²)	AI %
	40 ± 3	bianco	150	500
II	45 ± 3	arancione	150	500
II	55 ± 3	celeste	200	450
IV	55 ± 3	verde	200	400
V	60 ± 3	blu	200	350
VI	70 ± 3	rosso	150	250
VII	80 ± 3	violetto	100	150

Ogni guarnizione dovrà inoltre riportare in modo indelebile:

- il nome ed il marchio del fabbricante;
- il diametro interno dell'anello ed il diametro della sezione in mm;
- il trimestre e l'anno di fabbricazione nonché il diametro interno dei tubi sui cui dovrà essere montata (per ogni mazzetta con un massimo di 50 elementi).

20.7 UNTERIORI INDICAZIONI

20.7.1 Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni vigenti

Le opere di acquedotto dovranno essere studiate ed eseguite con la scrupolosa osservanza delle prescrizioni del presente Capitolato nonché delle norme e disposizioni al riguardo emanate (e vigenti) da parte dei Ministeri, Assessorati, Enti od Autorità in genere competenti in materia o comunque interessate. In particolare si richiamano le Circolari 22 dicembre 1964 n. 231 e 21 novembre 1970 n. 190 del Ministero della Sanità nonché la Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Si richiama altresì il D.M. 12 dicembre 1985 (Norme tecniche relative alle tubazioni) con le relative istruzioni diffuse con Circolare Min. LL.PP. 20 marzo 1986, n. 27291.

Qualora dagli allegati di contratto non dovesse risultare l'esatta posizione degli apparecchi, delle derivazioni, ecc. od in generale non dovesse risultare sufficientemente chiara l'articolazione funzionale dei vari elementi dell'impianto, al fine della migliore definizione del progetto o delle verifiche, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere alla Direzione Lavori, per iscritto, precise indicazioni rimanendo obbligato, in difetto, ad operare le occorrenti modifiche, a propria cura e spese, ed a risarcire eventuali danni conseguenti.

20.7.2 Campionatura

L'Appaltatore sarà tenuto a produrre ed a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura di tutti i vari elementi componenti la parte impiantistica delle opere da realizzare (tubazioni, raccordi, apparecchiature di manovra, apparecchi speciali, ecc.) compresi i relativi accessori, per la

preventiva accettazione da parte della stessa Direzione e per i controlli che saranno ritenuti più opportuni.

Resta stabilito in ogni caso, come più volte annotato nel corso del presente testo, che l'accettazione dei campioni da parte della Direzione non pregiudica, in alcun modo, i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo.

20.7.3 Tubazioni - Prove idrauliche e verifiche varie - Verbalì

I tubi da impiegare per l'esecuzione delle condotte, nei tipi prescritti, dovranno possedere i requisiti riportati nelle relative norme di accettazione, o diversamente indicati, e saranno posti in opera con le modalità di cui al Cap.V°, salvo differente disposizione.

Le prove idrauliche delle tubazioni potranno essere effettuate anche dopo l'applicazione delle apparecchiature, ma in ogni caso prima della chiusura dei cavi. Le pressioni di prova dovranno essere non inferiori a 1,5 volte la pressione nominale per le basse pressioni (inferiori a 10 Kgf/cm²) e superiori di almeno 10 Kgf/cm² per le alte pressioni. Le verifiche dovranno accertare l'esatto montaggio di tutti gli apparecchi, raccordi, accessori, ecc., la perfetta tenuta delle giunzioni e delle guarnizioni, il regolare funzionamento di ogni elemento e la completa corrispondenza con le caratteristiche di prestazioni richieste.

Di ogni prova o verifica eseguita dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, verranno redatti regolari verbali.

ART. II-21 MANUFATTI PER FOGNATURE: CAMERETTE E CHIUSINI

21.1 GENERALITÀ

I pozzetti di raccordo semplici o sifonati, i pozzetti stradali, le camerette di ispezione, saranno in calcestruzzo semplice o armato delle dimensioni e della classe di calcestruzzo indicata nei disegni di progetto o descritte dalla Direzione Lavori.

I pozzetti di raccordo ed i pozzetti stradali potranno essere in calcestruzzo Classe B1 vibrocompresso di produzione commerciale. Saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo Classe D.

Tutti i manufatti dovranno corrispondere ai disegni di progetto o a quelli delle ditte costruttrici, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

21.2 CAMERETTE

Le camerette d'ispezione, di immissione, di cacciata e quelle speciali in genere verranno gettate in opera; saranno armate in base alle specifiche sollecitazioni e munite di camino di accesso dalla superficie. Nell'interesse dell'Amministrazione ed a giudizio della Direzione Lavori potranno anche essere impiegate camerette prefabbricate.

Quando si debba realizzare un cambiamento di sezione, le dimensioni della cameretta corrispondono a quelle del condotto di diametro maggiore.

Il fondo delle camerette verrà realizzato contemporaneamente alla posa o alla realizzazione dei condotti, allargando e modificando secondo i tipi di progetto l'eventuale rinfilanco delle tubazioni. Per i manufatti la cui fondazione si trovi a quota inferiore a quella d'imposta del sottofondo dei tubi, dovranno invece essere realizzate, prima della posa di questi ultimi, tutte le parti che si trovino affondate sotto gli stessi, con particolare riguardo alle murature sulle quali essi debbano in tutto o in parte fondarsi.

Le parti sagomate delle camerette con condotto aperto sulle quali debbano defluire i liquami saranno sempre protette mediante rivestimento con materiali (piastrelle, fondi fogna, pezzi speciali) in grès o con applicazione di quei prodotti anticorrosivi a spessore che siano previsti dal progetto o prescritti dalla Direzione dei Lavori.

Le parti pedonabili delle camerette saranno rivestite in grès antisdrucciolo con sigillatura in mastice antiacido oppure in vernice protettiva per pavimentazioni.

Le camerette dovranno essere intonacate con malta di cemento lisciato a ferro oppure rivestite in tutto o in parte con i materiali indicati in progetto e con le modalità precisate nell'art.26.

L'innesto del condotto nelle camerette dovrà essere eseguito secondo le modalità indicate nei disegni di progetto specie nel caso che queste debbano fungere da blocco di ancoraggio. Le scalette di accesso saranno in ferro zincato o in ghisa protetta da vernice antiacida.

Prima dell'esecuzione delle camerette (sia gettate in opera che prefabbricate) dovrà essere prodotta alla D.L., per accettazione, la verifica dei c.a. e consegnata ai relativi uffici competenti. Per i manufatti prefabbricati la segnalazione può essere sostituita (ai sensi dell'art. 9 della legge 1086/71) dall'Autorizzazione Ministeriale.

21.3 CHIUSINI

21.3.1 Chiusini per camerette

Di norma, per la chiusura dei camini di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in acciaio zincato o in ghisa grigia o in ghisa sferoidale. La ghisa grigia sarà conforme alle norme G15 UNI 5007, l'acciaio avrà una resistenza a trazione di 52 kg/mm². La ghisa sferoidale dovrà essere conforme alle Norme ISO 500/7 - 400/12.

Tutti i chiusini dovranno corrispondere ai disegni-tipo. In modo particolare si prescrive che:

- le superfici di appoggio del coperchio con il telaio siano lavorate con un utensile in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio sia allo stesso livello del telaio, non essendo tollerata alcuna differenza di altezza fra i due pezzi;
- il gioco tra coperchio e telaio non sia inferiore al 4% nè superiore al 15% di quello prescritto;
- esistano fori di aerazione e di sollevamento.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, progettato per un carico di prova rispondente alla distinta sotto riportata:

- su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento 40 t
- su strade comunali senza traffico di scorrimento 25 t

Per carico di prova s'intende quel carico che provoca la prima fessurazione del materiale del chiusino.

Su ciascun elemento dovrà essere indicato, ricavato nella fusione, il carico che può sopportare come sopra descritto.

21.3.2 Chiusini e griglie per pozzetti di scarico di acque stradali

Normalmente salvo casi particolari, a giudizio della Direzione Lavori, i chiusini e le griglie dovranno essere garantiti, per ciascuno degli impieghi sottoelencati, al carico di prova, da indicare, ricavato in fusione, su ciascun elemento:

- su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento 25 t
- su strade comunali senza traffico di scorrimento 15 t
- su banchine di strade pubbliche e strade private di piccolo traffico 5 t
- in cortili e giardini con traffico pedonale 0,6 t.

I chiusini e le griglie dovranno essere costruiti con la medesima accuratezza dei chiusini per le camerette.

21.4 PROVE E COLLAUDI SUI CHIUSINI E GRIGLIE

I materiali ed i chiusini o griglie completi saranno sottoposti a prove per controllare la rispondenza ai requisiti richiesti. Almeno 3 campioni per ogni 100 saranno sottoposti a prove. Le modalità di prova e l'Istituto presso cui verranno eseguite saranno indicate dalla Direzione Lavori.

Il costo delle prove e gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

21.5 MANUFATTI PREFABBRICATI IN C.A.

21.5.1 Generalità

Si precisa quanto segue:

- 1) Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo.
- 2) I prefabbricati, anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.
- 3) Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica pari a:
 - 200 kg/cm² per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;
 - 400 kg/cm² per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrioni d'accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali, ecc.).
- 4) Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua.
- 5) Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza o la durata.

La Direzione Lavori si riserva di subordinare l'accettazione del materiale all'effettuazione di tutte quelle prove che riterrà opportune.

21.5.2 Posa in opera

La posa in opera dei manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio dovrà essere attuata a perfetta regola d'arte e secondo le disposizioni della D.L..

In particolare i pozzetti prefabbricati saranno posati in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q.li di cemento; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati sia all'interno che all'esterno con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce del tubo si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura in modo che il condotto possa inserirsi nel pozzetto senza

curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di congruaggio dello spessore occorrente.

Lo scavo dovrà avere le dimensioni tali da consentire una perfetta installazione del pozzetto e l'esecuzione delle sigillature dei giunti anche all'esterno.

ART. II-22 APPARECCHIATURE IDRAULICHE

22.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore deve presentare un elenco dettagliato di tutte le apparecchiature idrauliche e dei collegamenti idraulici accompagnandolo con disegni, diagrammi, cataloghi.

Per ciascun componente il fornitore deve inoltre indicare:

- il costruttore;
- le caratteristiche ed i materiali impiegati;
- le dimensioni, i pesi ecc.

Le apparecchiature da impiegare devono tutte soddisfare ai requisiti indicati nel presente Capitolato ed essere di completo gradimento della Direzione Lavori.

L'Appaltatore, su richiesta della Direzione Lavori, ha l'obbligo di prestarsi in ogni tempo a sottoporre le apparecchiature impiegate e da impiegarsi alle prove normali e regolamentari ed a quelle che prescriverà la Direzione Lavori per l'accertamento della loro qualità, resistenza e affidabilità.

La Direzione Lavori ha la facoltà di rifiutare le apparecchiature che non ritenesse rispondenti alle norme indicate o richiamate nel presente Capitolato o giudicasse inadatte alla buona riuscita dei lavori.

L'accettazione in cantiere di qualsiasi apparecchiatura non pregiudica alla Direzione Lavori il diritto di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera e fino ad approvazione del collaudo le apparecchiature ed i lavori in genere che ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali.

Le apparecchiature così rifiutate devono essere allontanate nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la Direzione Lavori.

Non ottemperando l'Appaltatore a tali disposizioni, si procederà d'ufficio a a spese dell'Appaltatore stesso, spese che verranno immediatamente detratte dalla contabilità dei lavori.

Tutte le apparecchiature devono corrispondere per dimensioni, peso, numero, qualità, specie e lavorazione, ed eventuale provenienza, alle indicazioni del presente Capitolato Speciale e dell'Elenco Prezzi riportato nel contratto.

Fanno parte degli oneri connessi alla assunzione dell'appalto:

- i trasporti, lo scarico, l'immagazzinamento, la custodia di tutti i macchinari e materiali inerenti sino alla consegna dell'impianto ultimato e funzionante;
- tutte le prestazioni specializzate e la manovalanza di aiuto e assistenza;
- tutti i materiali complementari occorrenti;
- tutti i mezzi d'opera occorrenti per il sollevamento e il montaggio delle apparecchiature idrauliche e l'esecuzione di tutte le operazioni ausiliarie comprese le saldature e la fornitura dell'energia elettrica;
- i mezzi e gli apparecchi necessari per l'esecuzione di prove e collaudi;
- l'assistenza e la direzione continua degli operai con personale idoneo;
- la gratuita manutenzione delle opere sino a collaudo definitivo;
- la adozione di tutti i presidi per garantire l'incolumità del personale impiegato e di quello addetto alla sorveglianza e alla Direzione Lavori, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati;
- la assunzione di ogni responsabilità civile e penale rendendone sollevata la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori.

22.2 APPARECCHIATURE IDRAULICHE

22.2.1 Colonna montante per i pozzi - flange e bulloni

Le tubazioni della colonna montante sono costituite esclusivamente da tubi in acciaio laminato senza saldatura Mannesmann e sono suddivisi in tronchi della lunghezza di 4 m.

I giunti fra i vari tronchi della colonna montante sono flangiati e montano flange del tipo ridotto caratterizzate dalle seguenti misure:

- per tubo ϕ 60 - max ϕ esterna flangia ϕ 160

- per tubo ϕ 80 - max ϕ esterna flangia ϕ 185
- per tubo ϕ 100 - max ϕ esterna flangia ϕ 200
- per tubo ϕ 125 - max ϕ esterna flangia ϕ 230
- per tubo ϕ 150 - max ϕ esterna flangia ϕ 260
- per tubo ϕ 175 - max ϕ esterna flangia ϕ 290
- per tubo ϕ 200 - max ϕ esterna flangia ϕ 300
- per tubo ϕ 250 - max ϕ esterna flangia ϕ 350

I bulloni per la colonna montante sono di acciaio inox.

La tubazione flangiata porta saldato fra flangia e flangia un tubo di acciaio zincato ϕ 25 mm (interno) per il passaggio della sondina di misura del livello dell'acqua nel pozzo.

In corrispondenza di questo tubo le flange sono forate.

Superiormente il tubo per la sondina è chiuso con tappo avvitato e inferiormente termina sull'ultima flangia opportunamente forata recante saldato sulla faccia inferiore un invito ad imbuto per facilitare il rientro della sondina.

I cavi sono fissati alla colonna di mandata (montante) con apposite fascette autoserranti in materiale plastico e sono protetti con lamiera zincata a caldo per evitare il pericolo di danneggiamenti durante le operazioni di introduzione o di estrazione.

Tutte le tubazioni devono potersi dilatare liberamente senza dar luogo a tensioni sugli ancoraggi, sulle murature e sulle flange.

Tutte le flange dovranno essere lavorate e forate secondo UNI 2223-67; tutte le guarnizioni dovranno essere in lastra di gomma telata della migliore qualità a due strati di tessuto (spessore complessivo 4 mm); i bulloni dovranno essere tutti preventivamente spalmati con grasso grafitato o con pasta antiruggine tipo Kolmat o similari.

I diametri dei bulloni sono normalmente i seguenti:

- 16 mm per tubi da 60 a 80 mm
- 20 mm per tubi da 100 a 300 mm
- 22 mm per tubi da 350 a 400 mm

22.2.2 Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno sono di norma in ghisa Meehanite, del tipo a battente, a bassa perdita di carico ed a perfetta tenuta, esenti da pericoli di inceppamento, con robusti perni di acciaio inox o adatti bronzi con guarnizioni e sedi di tenuta costruite con i materiali più adatti e di prima qualità.

Le valvole di ritegno possono essere, se richiesto, del tipo Hydro-Stop di prima qualità con chiusura a diaframma elastico per l'attenuazione degli effetti del colpo di ariete.

Sempre se richiesto le valvole di ritegno possono essere del tipo a farfalla, con due flange, con esclusione dei tipi "Wafer". Esse hanno le stesse caratteristiche delle valvole a farfalla di cui al H 20-2-11 e cioè: corpo in ghisa sferoidale, perni INOX, anelli di tenuta in gomma propilenica o equivalente.

22.2.3 Saracinesche

Le saracinesche potranno essere, secondo le prescrizioni che verranno date di volta in volta:

- saracinesche a corpo ovale flangiate in ghisa sferoidale, albero in acciaio inox, con guarnizioni di tenuta in gomma a cuneo gommato in gomma atossica, senza incastro sul fondo; la D.L. può accettare, quando occorra, la versione "piatta" purchè abbia le stesse caratteristiche.
- saracinesche a corpo piatto in ghisa e bronzo del tipo normale;
- valvole a farfalla del tipo con due flange ed a perfetta tenuta;
- altri tipi speciali che verranno descritti di volta in volta.

Sulla saracinesca del T di spurgo dovrà essere sempre applicata una flangia cieca con foro centrale da 1/2" e tappo avvitato.

Se si dovranno posare delle saracinesche interrate, esse dovranno essere verniciate con due mani di catramina e avvolte con fasce lasciando libera solo la parte superiore a partire dal premistoppa.

La continuità elettrica della tubazione dovrà, se necessario, essere mantenuta saltando la saracinesca con uno spezzone di cavo da 16 mmq isolato in PVC con capicorda alle estremità fissati a due bulloni sulle due flange della saracinesca.

Le saracinesche che verranno impiegate nella camera di manovra del nuovo serbatoio e sulle tubazioni esistenti di presa del serbatoio esistente, saranno a corpo piatto, del tipo flangiato, a cuneo gommato, resistenti ad una pressione di esercizio di 16 bar, conformi alle norme ISO 7259.

Sul corpo dovranno essere indicati il nome o la sigla della ditta costruttrice, il diametro nominale DN e la pressione nominale PN.

L'area libera di passaggio dovrà essere totale a cuneo alzato.

Il corpo e il coperchio saranno in ghisa sferoidale interamente rivestita con polveri epossidiche con spessore minimo di 150 micron. La connessione corpo-coperchio sarà senza bulloni del tipo autoclave oppure con viti di acciaio inossidabile del tipo a brugola non sporgenti e annegate in mastice permanente plastico anticorrosivo.

Il dado e il cavallotto saranno in ghisa sferoidale rivestita.

Il cuneo sarà in ghisa sferoidale, totalmente rivestito internamente in gomma sintetica vulcanizzata del tipo atossico alimentare.

La vite di manovra sarà in acciaio inossidabile al 13% di cromo.

La tenuta secondaria dovrà essere realizzata a mezzo di vite con anelli di tenuta O-Ring di gomma (minimo 2), sostituibile con saracinesca in esercizio (senza interrompere il passaggio del fluido). Li O -Ring saranno protetti da un parapolvere di gomma.

La chiusura sarà oraria. La coppia di manovra sarà conforme alla norma ISO 7259.

Le flange di collegamento saranno secondo UNI PN 10 - 16.

Le saracinesche interrate saranno munite dei necessari accessori per la manovra sottosuolo (tubo riparatore, campana in PVC, coperchietto guida asta, manicotto di raccordo, asta di manovra, cappellotto). Il chiusino sarà in ghisa e regolabile in altezza. Le saracinesche non interrate saranno munite di volantino di manovra in acciaio con indicazione della direzione della chiusura.

Il comando delle saracinesche potrà essere manuale o automatizzato.

22.2.4 Giunti compensatori

Servono per isolare tratti di tubazioni soggette a vibrazioni che non devono essere trasmessi alle strutture portanti o al resto della tubazione stessa, per compensare allungamenti, tensioni, contrazioni e deformazioni in genere dovute alle variazioni di temperatura, a movimenti anche del terreno, alla deformazioni delle strutture. Sono preferibilmente flangiati e si montano con normali bulloni su flange normalizzate UNI 2223.

Le temperature di esercizio vanno da - 30°C a + 80°C; la pressione di esercizio è 16 kg/cm² e quella di collaudo è di 1.5 volte, e cioè 24 kg/cm². La corsa per i diametri da ϕ 200 a ϕ 400 mm è di almeno + 45 mm e - 35 mm.

Le eventuali parti in gomma o in resina sintetiche devono essere adatte per il contatto prolungato con acqua potabile secondo le normative vigenti emanate dal Ministero della Sanità (Circ. N° 102 e D.M. 21.3.1973) e dagli altri organi competenti.

22.2.5 Manometri

I manometri per la semplice indicazione della pressione dovranno essere con quadrante da 130 mm (oppure da 100 mm ove espressamente richiesto) e con attacco da 1/2" tipo in bagno di glicerina per la protezione dalle brusche variazioni di pressione.

La cassa dovrà essere in lamiera di acciaio inox AISI 304 stampata.

La pressione di fondo scala dovrà essere concordata con la Direzione Lavori.

La presa sulla tubazione dovrà essere fatta a valle della valvola di ritegno, con saracinesca di esclusione; fra presa e manometro dovrà essere sempre interposto un tubetto capillare di rame o plastica (diametro interno inferiore a 2 mm) avvolto a spirale della lunghezza di almeno 2 mt per l'attenuazione dei colpi di pressione; la presa del manometro non dovrà mai essere unita a quella del rubinetto di prelievo campioni.

I manometri dovranno essere completi di rubinetto a tre vie.

I manometri registratori dovranno avere diagramma continuo settimanale, avanzamento circa 0.6 cm/ora a caricamento manuale settimanale. Dovranno essere sempre corredati da n° 2 pennini, n° 3 boccette di inchiostro igroscopico e da n° 150 rotoli di carta diagrammale settimanale.

22.2.6 Prelievo campioni

L'attacco per il rubinetto di prelievo campioni per analisi acqua dovrà essere effettuato sul bordo superiore della tubazioni, sempre a valle della valvola di ritegno, nella posizione che verrà indicata caso per caso dalla Direzione Lavori: dovrà essere da 1/2" con rubinetto di esclusione a valvola.

La vaschetta dovrà essere in ghisa smaltata oppure in fire clay, rettangolare di lati 45x30 cm, adatta per l'applicazione a parete, completa di sifone e tubo di scarico fino all'uscita della cameretta.

Il rubinetto di prelievo dovrà essere del tipo nominale a collo di ottone cromato e dovrà essere installato in modo che la bocca risulti circa 35 cm al di sopra del bordo della vaschetta.

22.2.7 Misuratori di portata

22.2.7.1 *Generalità*

La condotta su cui si è inserito lo strumento dovrà avere una pendenza costante verso l'uscita della cameretta almeno del 3% in modo che lo strumento non si trovi mai in una posizione di vertice che favorisca la formazione di bolle d'aria all'interno dello stesso.

22.2.7.2 *Contatori Woltman*

Il contatore Woltman dovrà essere a meccanismo estraibile o di tipo chiuso a seconda delle disposizioni date dalla Direzione Lavori, con lettura diretta a rulli numeratori, completo di coperchio per la sua chiusura in caso di montaggio degli aggregati di misura. I contatori dovranno avere le seguenti lunghezze:

φ 80 mm	mm 300 (nuova serie)
φ 100 mm	mm 370
φ 125 mm	mm 400
φ 150 mm	mm 300
φ 200 mm	mm 350
φ 250 mm	mm 450
φ 300 mm	mm 500

22.2.7.3 *Venturimetri, diaframmi*

Il venturimetro o il diaframma dovrà essere atto a fornire le indicazioni istantanee delle portate su scala graduata in lt/sec, la totalizzazione delle portate mediante contatore di tipo perfezionato con costante decimale, mosso da orologeria con carica a mano settimanale, la registrazione su nastro diagrammabile continuo mensile con avanzamento di circa 0,6 cm/ora a mezzo di una seconda orologeria come la precedente (il diagramma dovrà essere a coordinate rettilinee ortogonali): la precisione di misura dovrà essere: + 1% per il totalizzato riferito ai valori dell'indicatore. Lo strumento dovrà essere completo di:

- vasi defangatori
- dispositivo di sicurezza contro i sovraccarichi
- gruppo di manovra a 5 vie per inserzione, messa a 0 e spurgo
- carica di mercurio metallico raffinato, compreso il contenitore
- n° 5 pennini
- n° 3 boccette d'inchiostro igroscopico
- n° 30 rotoli di carta diagrammabile mensile.

22.2.7.4 *Misuratori magnetici ad induzione*

Il misuratore magnetico ad induzione avrà le seguenti caratteristiche: esecuzione con elettronica incorporata, std. IP65; corpo e flange in acciaio al carbonio verniciato; rivestimento interno in teflon; sigillante esterno in resina poliuretanica; rivestimento in gomma dura atossica; elettrodi in AISI 316 Ti o L; temperatura liquido □10°÷110°C ; temperatura ambiente □20°÷70°C; precisione tipica +/- 0,5% del valore misurato; protezione IP 65; collegamenti elettrici con morsettiera; conducibilità minima 5 µS/cm; convertitore incorporato; elettronica realizzata con tecnica a microprocessore

avente almeno 20 passi di programma liberamente in campo; uscite: analogica 0/4÷20 mA, impulsiva 24 Vcc. PP; completo di indicatore LCD e tastiera di programmazione; tensione di alimentazione 220 V - 50 Hz; flange di attacco alla tubazione; conta impulsi totalizzatore di portata elettronico, esecuzione per pannello 25*48*64 mm con indicatore LCD a dieci cifre autoalimentato a mezzo batteria incorporata (autonomia 4 anni); ingresso da contatto pulito od in tensione max 30 Vcc; registratore su nastro diagrammale continuo mensile con avanzamento di circa 0.6 cm/h, completo di n. 5 pennini e n. 30 rotoli di carta diagrammale mensile.

22.2.8 Idranti Antincendio

Potranno essere a colonna o normali per sottosuolo.

Gli idranti a colonna, di ghisa verniciata, saranno muniti di due attacchi unificati, completi di tappi di chiusura con catenelle di fissaggio.

Saranno provvisti di scarico automatico per prevenire il pericolo di congelamento e di attacco centrale per il collegamento alla motopompa.

Lavorazione e finiture normalizzate secondo UNI.

Gli idranti per sottosuolo saranno anch'essi muniti di scarico automatico per prevenire il pericolo di congelamento, attacco per idrante, da 50 oppure 70 mm, e accessorio per alimentare due manichette da 45 mm contemporaneamente.

Lavorazione e finiture secondo UNI.

22.2.9 Autoclavi

Le autoclavi dovranno essere zincate esternamente ed internamente e collaudate dall'I.S.P.E.S.L., il relativo certificato di collaudo dovrà essere consegnato al Committente.

Dovranno sempre essere provviste di tubetto spia di vetro infrangibile o di plastica con protezione metallica per il controllo del livello dell'acqua e di passo d'uomo conformemente alle norme I.S.P.E.S.L.

Il tubetto spia dovrà avere lunghezza non inferiore ai 2/3 dell'altezza dell'autoclave ed essere applicato sulla parte centrale dell'autoclave.

I pressostati di comando dovranno essere del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

Per i compressori delle autoclavi dovranno essere applicate all'autoclave due sonde elettriche di massima e di minima, o dispositivi simili da approvarsi dalla Direzione Lavori, per il comando automatico del compressore per le ricariche di aria.

La valvola di ritegno del compressore dovrà essere del tipo ad aria con sede di tenuta in gomma.

Dovrà essere inserita una valvola automatica per lo scarico della pressione nella tubazione tra il compressore e l'autoclave. Tale valvola sarà aperta a compressore fermo e chiusa durante il funzionamento del compressore stesso e posta nel punto più basso della tubazione tra il compressore e l'autoclave.

Il compressore dovrà avere una portata di almeno 1,5 mc/ora per ogni mc di volume dell'autoclave, riferita alla pressione massima di esercizio.

L'attacco dell'autoclave dovrà essere inserito pochi centimetri sopra la saldatura del fondo inferiore.

La valvola di sicurezza dovrà essere derivata poco al di sopra del tubo di attacco e dovrà essere dimensionata in conformità alle vigenti norme dell'I.S.P.E.S.L., salvo maggiori dimensioni prescritte in Capitolato.

Il manometro indicatore dovrà essere posto nella parte inferiore dell'autoclave, applicato con rubinetto a tre vie del tipo a premistoppa con flangetta di controllo, con fondo scala 2 volte la pressione di bollo I.S.P.E.S.L. e lettura in kg/cmq.

Sul fondo dell'autoclave dovrà essere applicato un tubo di scarico in acciaio zincato con saracinesca.

Al fondello superiore dell'autoclave dovrà essere applicato un rubinetto in acciaio zincato con saracinesca riportata ad altezza d'uomo, per lo sfiato manuale.

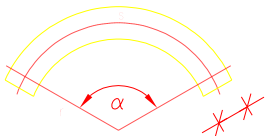
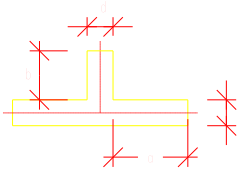

22.2.10 Pezzi speciali

Sono pezzi speciali e vengono compensati con l'apposito prezzo di elenco le curve, i pezzi a T comunque angolati, i raccordi, i tronchetti flangiati, i tronchi di tubazioni rettilinee di misura inferiore a 1 m compresi tra due pezzi speciali, necessari per le deviazioni, le derivazioni, i cambiamenti di diametro ecc. messi in opera all'interno di manufatti, camerette, avampozzi, delle sale di manovra dei serbatoi, degli impianti di sollevamento.

Nei casi in cui si renda necessario il taglio della tubazione per la inserzione di pezzi speciali, e in genere nella esecuzione di saldature connesse o no ai pezzi speciali, si deve evitare di creare verso la superficie interna del tubo rugosità, o asperità od ovalizzazioni che alterino la sezione del tubo al fine di non accentuare le perdite di carico.

Il prezzo previsto per i pezzi speciali, viene applicato al peso del solo acciaio effettivamente impiegato per confezionare il pezzo a regola d'arte, misurato dopo che siano state eliminate le sbavature o le irregolarità di saldatura.

I pezzi speciali hanno di norma le dimensioni stabilite nel seguente prospetto:

DENOMINAZIONE	SIMBOLO	DIMENSIONE IN mm
CURVA		$s = \left(\pi \times 2r \times \frac{\alpha'}{360} \right) + 200$
TI		$a = \frac{D + 400}{2}$ $b = \frac{d + 400}{2}$
IMBOCCO FLANGIATO		$a = D + 100$

Per pezzi speciali diversi da quelli del prospetto, viene in ogni caso esclusa l'adozione di pesi convenzionali dovendosi sempre ricorrere alla pesatura del pezzo non ancora rivestito o comunque protetto.

Dopo la pesatura i pezzi speciali di linea vanno bitumati internamente ed esternamente e fasciati esternamente con vetroflex impregnato di bitume.

Non vengono fasciati esternamente con vetroflex, ma vengono solamente bitumati internamente ed esternamente i pezzi speciali sistemati all'interno delle camerette in genere, nonché all'interno delle camerette avampozzo delle sale di manovra, o messi in opera all'interno di vani in muratura comunque accessibili.

Per le condotte di ghisa sferoidale si usano di norma pezzi speciali dello stesso materiale.

E' facoltà della Direzione Lavori autorizzare l'impiego di pezzi speciali in acciaio per le tubazioni in ghisa sferoidale. E' altresì facoltà della D.L. autorizzare l'impiego di pezzi speciali in acciaio rivestiti internamente con resine epossidiche.

22.2.11 Valvole a farfalla

Sono assolutamente escluse le valvole tipo "Wafer", o quelle analoghe che, pur essendo dotate di due flange, hanno il perno della lente di otturazione centrato come è caratteristica delle valvole tipo "Wafer".

Le valvole a farfalla sono di norma in esecuzione con due flange e lente di otturazione su perno con doppia eccentricità; hanno anello di tenuta in gomma atossica adatto per acqua potabile, sede di tenuta resistente alla corrosione e all'usura, lente di otturazione di ghisa sferoidale con bassa resistenza al flusso, perni in acciaio inox; bussola dei perni in bronzo o materiale equivalente, tenute sui perni realizzate con "O-Ring".

Il meccanismo operatore manuale è costituito da un riduttore irreversibile con volantino.

Se motorizzate comprendono un motore (elettrico o pneumatico) accoppiato ad un meccanismo riduttore che insieme garantiscano un tempo di chiusura di almeno 150 secondi.

Le motorizzazioni sono racchiuse in scatola stagna con indicatore meccanico di posizione e riduttore a vite irreversibile, resistente alla corrosione.

Le valvole a farfalla motorizzate devono essere provviste di tutti gli occorrenti organi di comando e controllo del movimento di apertura o di chiusura compreso il quadro elettrico e gli accessori quali il fine corsa per la segnalazione della condizione "valvola azionata".

22.2.12 Allacciamenti

Gli allacciamenti possono avvenire fra tubazioni di acquedotto nuove ed esistenti, nonché fra tubazioni di utenza e tubazioni di acquedotto nuove.

Gli allacciamenti del primo tipo comprendono gli eventuali scavi per la ricerca delle tubazioni da allacciare, il taglio, la saldatura e tutto quanto occorre anche per la posa in opera di eventuali tronchetti che tuttavia sono compensati a parte con la voce 22.20.

Gli allacciamenti del secondo tipo compensano, per qualunque diametro, l'esecuzione del lavoro a regola d'arte compresa la fasciatura della giunzione con vetroflex bitumato e la fornitura di tubi sino alla lunghezza di 2 m (voce a).

Viene compensata a parte la maggior lunghezza del tubo (voce b).

22.2.13 Valvole automatiche a galleggiante

Servono per non superare un predeterminato livello in un serbatoio. Sono costruite in acciaio o in ghisa protette con verniciature adatte. Hanno sede di otturazione rettificata, albero dell'otturatore in acciaio inox od equivalente, guarnizione dell'otturatore intercambiabile, dispositivo di apertura e chiusura graduale contro i colpi d'ariete.

L'esecuzione è per PN 16 e PN 25.

22.2.14 Sfiatatoi automatici

22.2.14.1 Condotte

Vanno posati nei punti di colmo della condotta. Sono costituiti con un corpo in ghisa predisposto per il fissaggio e devono consentire la inserzione di una saracinesca o di una valvola a sfera a tenuta d'aria. La fornitura comprende tutti i materiali necessari per il montaggio, il fissaggio, la tenuta, la verniciatura, il basamento in muratura e il sottofondo drenante in ghiaia.

22.2.14.2 Filtri

Vengono utilizzati per l'evacuazione dell'aria contenuta nei corpi dei filtri in fase di riempimento e dell'aria liberata in fase di esercizio. Hanno anche la funzione di valvola di respirazione, permettendo il rientro dell'aria in fase di eventuale svuotamento dei filtri.

Il corpo e il cappello dovranno essere in ghisa sferoidale, l'attacco sarà flangiato PN16.

22.2.15 Strettoi Tipo Milano

Servono per collegare una nuova tubazione ed una esistente senza tagliarla e senza doverla mettere fuori servizio (presa in pressione). Sono costituiti da un collare e da un apparecchio di perforazione e di presa con guarnizioni di tenuta. La fornitura comprende tutti i materiali e la mano d'opera necessaria per dare la presa funzionante.

22.2.16 Strettoi a valvola di diramazione

Come per gli strettoi tipo Milano la fornitura comprende tutti i materiali e la mano d'opera necessaria per dare la presa funzionante.

22.2.17 Fontanella Tipo Milano

La fornitura comprende tutti gli accessori, la verniciatura, la predisposizione per getto continuo o intermittente, tutti gli oneri di installazione quali: basamento in muratura, sottofondo drenante in ghiaia, derivazione e presa con tubazione di collegamento ϕ 2" fino alla distanza di 7 m, immissione dello scarico in fognatura.

22.2.18 Valvole riduttrici di pressione

Valvole automatiche di tipo assiale o a squadra, PN 16 o 25, con estremità flangiate, idonee a varie regolazioni (cumulabili anche tra di loro) come: riduzione e regolazione della pressione, regolazione della portata, controllo del livello nei serbatoi.

Dovranno essere equipaggiate con circuito di controllo completo di: valvola pilota con molla di regolazione (tarabile anche in opera) per il valore di pressione prestabilito (a monte e/o a valle), la quale regolerà l'apertura e la chiusura della valvola principale; gruppo filtro-orifizio calibrato; valvola per il controllo della velocità di apertura e chiusura della valvola principale; valvola a sfera di sezionamento del circuito idraulico di controllo. La sede, realizzata in bronzo ASTM B61 oppure in acciaio inox, dovrà essere facilmente sostituibile, e la tenuta sarà assicurata da un disco in gomma sintetica contenuto nell'otturatore; la bussola guida-albero sarà contenuta nella parte centrale ed avrà sezione netta di passaggio pari al DN della valvola base. Il complesso mobile degli organi interni sarà composto da una membrana flessibile in gomma sintetica rinforzata in nylon per separare la pressione di controllo da quella di linea, da un otturatore contenente il disco di tenuta in gomma sintetica e da stelo in acciaio inox guidato da entrambe le estremità da boccole in bronzo. La valvola dovrà essere riparabile senza dover essere rimossa dalla linea ed essere azionata idraulicamente con il fluido della linea.

22.2.19 Valvole a clapet

Le valvole clapet sono in esecuzione con telaio flangiato PN 10 o da murare e saranno munite di leva e contrappeso o di coperchio cavo galleggiante.

Esse devono essere in acciaio saldato o ghisa con tenuta in gomma e rivestimento protettivo a base di resine sintetiche.

La sezione può essere quadrata, rettangolare o circolare e la pressione di esercizio non deve superare i 10 m di colonna d'acqua.

22.2.20 Paratoie per acque cariche

Le paratoie sono di sezione circolare, quadrata o rettangolare da fissare alle pareti mediante bulloni di ancoraggio.

Esse devono essere di ghisa con asta salente quando l'asta non deve venire a contatto con il fluido, con asta fissa non salente da utilizzare quando l'asta non deve venire a contatto con il fluido ed in presenza di grandi profondità di installazione oppure con asta fissa quando essa può venire a contatto con il fluido ed in presenza di piccole profondità di installazione. Le superfici di tenuta delle paratoie devono essere resistenti agli agenti aggressivi delle acque cariche.

Per la profondità di installazione si intende la distanza tra il fondo canale od altro manufatto su cui è installata la paratoia ed il piano di comando. L'ingombro massimo in altezza caratterizza la profondità minima di installazione.

Quando la profondità minima è inferiore alla profondità di installazione, è necessario prevedere delle guide dell'asta. La prima guida è da prevedere ad una distanza dal fondo pari a due volte l'altezza della paratoia più 1 m per l'esecuzione con asta salente ed asta non salente, oppure 0,3 m per l'esecuzione con asta fissa. Ulteriori guide dell'asta devono essere disposte ogni 2 m di cui l'ultima deve essere disposta ad una certa distanza dal piano di comando.

Le superfici di tenuta delle paratoie devono essere resistenti agli agenti aggressivi normalmente contenuti negli scarichi civili ed industriali.

I prezzi di elenco per le paratoie compensano anche la fornitura e posa in opera dei dispositivi di comando a seconda del tipo di comando previsto: comando da pozzetto o comando soprasuolo.

I comandi da pozzetto avvengono mediante chiave con o senza cuscinetti a sfera oppure con riduttore ad ingranaggi con comando mediante manovella. Il supporto per comando a chiave è da murare o in chiusino.

I comandi soprasuolo avvengono mediante colonnina a mensola di manovra con madrevite su cuscinetti a rullini e volantino oppure con riduttore ad ingranaggi racchiuso in scatola con manovella.

Per i due tipi di comando devono essere previsti indicatori meccanici di posizione.

22.2.21 Trasmettitore di pressione

I trasmettitori di pressione utilizzati per il controllo delle pressioni in ingresso e uscita dai filtri saranno di tipo piezoresistivo, con tecnica a due fili e avranno le seguenti caratteristiche: connessione al processo: attacco filettato 1/2" GAS M; campo di misura: 0÷6 bar; segnale in uscita: 4 ÷ 20 mA; linearità: < 0,2% FS; isteresi e ripetibilità: < 0,1 % FS; precisione di taratura: < 0,5%; deriva di zero: < 0,25%/10°C FS; deriva di campo: < 0,2%/10°C FS; alimentazione: 12÷30 Vcc; umidità relativa: <98% RH; temperatura liquido: - 10 - +80 °C; grado di protezione: IP 65.

22.3 SGRIGLIATORE A SPAZZOLE ROTANTI

Lo sgrigliatore a spazzole rotanti è una particolare tipologia di apparecchiatura per il contenimento della componente trasportata dalle correnti fognarie e per la reimmissione della stessa nelle condotte.

Le dimensioni minime dei SS catturati dalle spazzole rotanti sono da garantire pari a 5 mm.

L'apparecchio per funzionare non ha necessità di alimentazione elettrica mentre devono essere correttamente rispettati i dettami di specifica del fornitore. Le setole delle spazzole, cariche di SS, passano su un pettine in acciaio inox AISI 304 che le pulisce scaricando i SS nella vasca di raccolta. Quando il livello dell'acqua, a monte dello scaricatore, scende al di sotto della vasca di raccolta, il suo fondo galleggiante si apre e scarica i SS prima intercettati.

L'apparecchio si installa direttamente sul muretto del manufatto scolmatore ed è costituito da.

- Materiale: acciaio inox AISI 304
- Spazzole rotanti in Polipropilene di lunghezza e diametro: come da specifica
- Albero di supporto delle spazzole rotanti in acciaio inox AISI 304.
- N°1 Ruota idraulica in acciaio inox AISI 304, avente diametro come specificato nei disegni di progetto, completa di scivolo di convogliamento dell'acqua alle pale della ruota stessa.
- N°1 vasca con fondo galleggiante per la raccolta del materiale grigliato avente lunghezza pari alla lunghezza delle spazzole rotanti
- N°1 scum board speciale in acciaio inox AISI 304 avente lunghezza pari alla lunghezza delle spazzole
- N°4 lamiere sagomate in acciaio inox per il fissaggio alle pareti laterali dello scaricatore.
- N°1 riduttore di velocità completo di frizione, catena di trasmissione e carter di protezione in acciaio inox AISI 304.

- Materiali di fissaggio: tutti in acciaio inox AISI 304

La parete DIETRO alla ruota idraulica DEVE essere perfettamente verticale.

ART. II-23 RIPRISTINO DI PAVIMENTAZIONI STRADALI E MARCIAPIEDI

23.1 GENERALITÀ

L'Impresa dovrà ripristinare le pavimentazioni stradali e marciapiedi demoliti in fase di scavo, nelle condizioni in cui si trovavano prima dei lavori, o secondo le specifiche della D.L. o degli Enti preposti.

Si potranno eseguire i ripristini solamente quando il rinterro compattato, eseguito secondo specifica, si sarà completamente assestato e la superficie esterna non presenterà più cedimenti.

In caso di ripristini a seguito di scavi lungo strade esistenti, i sottofondi e le pavimentazioni stradali saranno estesi per circa 30 cm oltre il bordo degli scavi e quando l'assestamento dei rinterri sarà ultimato, l'Impresa scaverà il cassonetto di spessore sufficiente alla stesura della massicciata e del sottofondo che sarà di caratteristiche uguali a quelle esistenti.

Il fondo del cassonetto sarà regolarizzato, rullato e compattato con mezzi meccanici eventualmente con una stesura superficiale di materiale granulare come ghiaia, sabbia, ecc.. in modo da formare un solido appoggio alle strutture stradali. In caso di scavi in sede stradale, occorrerà ottemperare alle prescrizioni, emanate dall'Ente gestore della strada congiuntamente all'autorizzazione allo scavo, riguardanti i materiali di riempimento e le modalità (dimensioni, tempi, ecc.) dei ripristini. Risulta evidente che, seguendo dette prescrizioni, nulla è dovuto all'Impresa per eventuali ricariche del tout-venant che si rendessero necessarie per cedimenti.

Le pavimentazioni stradali saranno realizzate solamente quando il terreno di imposta sarà completamente assestato e la superficie esterna non presenterà più cedimenti.

In relazione a particolari esigenze della circolazione o a specifiche richieste dei Proprietari delle strade, è tuttavia in facoltà della Direzione dei Lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i rinterri, senza far luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito. In quest'ultimo caso, il riempimento della fossa dovrà essere arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del rinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello per la massicciata stradale.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.

La Direzione dei Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, vengano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei rinterri e degli strati sottostanti della massicciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai Proprietari, la sagoma prevista.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli articoli 1667 e 1669 C.C..

I materiali dovranno rispondere ai requisiti sotto indicati, oltre a quanto riportato nei singoli paragrafi.

Il pietrame da utilizzare per massicciate, pavimentazioni, cordoli stradali ecc. dovrà essere conforme a quanto specificato nel R.D. 16 novembre 1939 n. 2232.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. - Fascicolo n° 4 1953.

Le ghiaie e i ghiaietti dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti stabiliti nella Tabella UNI 2710 giugno 1945 e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

I bitumi e le emulsioni bituminose dovranno soddisfare ai requisiti stabili nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - caratteristiche per l'accettazione" 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" 1958; "Norme per l'accettazione dei

bitumi per usi stradali - campionatura dei bitumi" 1980; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali - campionatura delle emulsioni bituminose" 1984.

23.2 FONDAZIONI IN MISTO GRANULARE

23.2.1 Generalità

Tali fondazioni sono costituite da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali avente provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

La stesa del materiale avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

23.2.2 Caratteristiche dei materiali

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0.0075 ed il passante 0.4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6;
- 6) indice di portanza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

23.2.3 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione delle densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dall'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4.50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

23.2.4 Prove di accettazione e controllo

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. certificati di laboratorio effettuate su campioni di materiale che dimostrino la rispondenza alle caratteristiche sopra descritte. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno poi accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

23.3 STRATI DI BASE

23.3.1 Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

23.3.2 Caratteristiche dei materiali

23.3.2.1 Inerti

I requisiti di accettazione dei materiali inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n° 34 (28.03.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura non inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. C.N.R. n° 27 (30.03.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0.18 (ASTM n° 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0.075 (ASTM n° 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

23.3.2.2 *Bitume*

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60-70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60/80, salvo il valore di penetrazione a 25 °C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70 ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso tra 47 °C e 56 °C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n° 24 (29.12.1971); B.U. C.N.R. n° 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n° 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n° 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n° 50 (17.03.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1.0 e +1.0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C - 25 °C

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm a 25 °C.

23.3.2.3 *Miscela*

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie livelli e setacci UNI Passante % totale in peso

Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0.4	6 - 20
Setaccio 0.18	4 - 14
Setaccio 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3.5% e il 4.5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n° 30 (15.03.1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 7.0 kN (700 kgf); inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.

23.3.3 Modalità esecutive

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni d'acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, e quella del legante tra 150 e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0.5%.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di teloni di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazioni di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130 °C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a carico dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. C.N.R.

n° 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

23.3.4 Prove di accettazione e controllo

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, L'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1.5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0.3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione dell'agglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche di Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n° 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n° 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

23.4 STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA

23.4.1 Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

23.4.2 Caratteristiche dei materiali

23.4.2.1 Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Cap. II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. C.N.R. n° 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0.5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C131 - AASHO T96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm^2 (1400 kgf/cm^2), nonché resistenza alla usura minima 0.6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0.85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0.5%.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2\div 5 \text{ mm}$ necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n° 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM.

23.4.2.2 Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati nel paragrafo relativo agli strati di base.

23.4.2.3 *Miscela*

Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65-100
Crivello 10	50-80
Crivello 5	30-60
Setaccio 2	20-45
Setaccio 0.4	7-25
Setaccio 0.18	5-15
Setaccio 0.075	4-8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5.5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 9.0 kN (900 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70-100
Crivello 5	43-67
Setaccio 2	25-45
Setaccio 0,4	12-24
Setaccio 0.18	7-15
Setaccio 0.075	6-11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n° 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10 kN (1000 kgf). Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kgf e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

23.4.3 Modalità esecutive

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

23.4.4 Prove di accettazione e controllo

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di base.

23.5 MATERIALI

23.5.1 Pietrame

Il pietrame da utilizzare per massicciate, pavimentazioni, cordoli stradali ecc.. dovrà essere conforme a quanto specificato nel R.D. 16 novembre 1939 n° 2232.

23.5.2 Ghiaie

Le ghiaie impiegate nelle costruzioni stradali dovranno essere conformi alle norme contenute nel fascicolo n° 4/1953 edito dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

23.5.3 Bitumi ed asfalti

I bitumi e gli asfalti impiegati nelle costruzioni stradali dovranno essere conformi alle norme contenute nei fascicoli: 2/1951, 3/1958, 6/1956 e 7/1957 editi dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

23.6 MASSICCIATE E SOTTOFONDI

Le massicciate saranno costituite da ciottoloni o da pietrame di cava: questi dovranno essere disposti a selciato di punta con la dimensione massima verticale, la superficie sarà chiusa con ghiaia o pietrisco ed il tutto rullato fino a costipamento.

Le massicciate costituite da pietrisco, frantumato o ghiaia, di pezzature comprese fra i 40 ed 80 mm saranno formate da strati di 15 - 20 cm rullati fino a costipamento con rulli adeguati e con velocità non superiore a 3 km orari.

La massicciata verrà innaffiata moderatamente e la rullatura continuerà fino a che non si manifestino più cedimenti o movimenti al passaggio del rullo compressore.

La massicciata dovrà raggiungere i fili prescritti ed eventualmente sarà ricoperta da materiale di aggregazione (sabbione, pietrischetto o graniglia) in quantità strettamente necessaria a riempire i vuoti della massicciata.

I sottofondi costituiti da terre stabilizzate di spessore variante fra i 20 ed i 30 cm e con aggiunta di legante cementizio, dovranno raggiungere il 90% della densità "Optimum Proctor" a mezzo di rulli vibranti. Si dovrà avere cura particolare affinché il grado di umidità dei materiali sia quello prescritto. Le massicciate ed i sottofondi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori la quale di volta in volta nel corso dei lavori potrà dare disposizioni in variante a quanto prescritto.

23.7 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLA MASSICCIATA

Prima di procedere allo spandimento del materiale legante (bitume o asfalto) la massicciata stradale dovrà essere accuratamente pulita con lavaggio a getto.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà permettere la pulitura della superficie mediante aria compressa.

23.8 TRATTAMENTO DI PRIMA MANO CON BITUME O ASFALTO

Quando la massicciata sarà pulita ed asciutta si procederà al trattamento con legante a caldo o con emulsione.

Il legante a caldo sarà posto in opera a circa 120°C con idonee macchine spruzzatrici in quantità non inferiore di 2,5 kg/mq.

Il legante a freddo sarà spruzzato in ragione di 3 kg/mq.

Dopo lo spandimento del legante, si spargerà e si rullerà del pietrischetto fino al suo completo assestamento.

23.9 BASIE RISAGOMATURE IN "TOUT VENANT"

Il conglomerato bituminoso "tout venant" sarà formato da ghiaie miste naturali di cava o di fiume con la seguente granulometria:

<u>Passante</u>	<u>% in peso</u>
Setaccio UNI 40 mm	100
Setaccio UNI 25 mm	55 - 85
Setaccio UNI 10 mm	30 - 65
Setaccio ASTM n° 10	20 - 35
Setaccio ASTM n° 200	0 - 6

Il legante sarà del 4% - 4,5% sul peso del conglomerato. Il conglomerato sarà steso a temperatura non inferiore ai 100 gradi e rullato con compressori da 5 - 14 tonn. fino a completo assestamento dei conglomerati.

23.10 PAVIMENTAZIONI IN MATERIALE BITUMINOSO

23.10.1 Composizione degli impasti

La formula di composizione degli impasti da adottarsi in ogni singolo lavoro dovrà essere preventivamente comunicata ed approvata dalla Direzione Lavori. Tanto l'aggregato che il legante, sia a caldo che a freddo, saranno misurati separatamente ed accuratamente nelle preparazioni di miscele; si dovranno usare impastatrici meccaniche che assicurino la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti. Per gli impasti a caldo, le attrezzature dovranno essere dotate di apparecchi di regolazione automatica delle temperature.

Non saranno permesse variazioni superiori allo 0,5% per i leganti e del 5% per gli inerti sulle composizioni approvate dalla Direzione Lavori.

23.10.2 Posa in opera degli impasti

La posa in opera dei conglomerati bituminosi sia a caldo che a freddo dovrà essere eseguita in una sola volta a mano o meglio a macchina su di un pretrattamento di ancoraggio in ragione di 0,5 kg per metro quadro. La superficie di appoggio del conglomerato dovrà essere perfettamente asciutta e pulita.

Particolare cura sarà osservata nei raccordi e giunzioni con strutture o con il manto esistente.

Per la cilindratura si dovrà impiegare un rullo a rapida inversione di marcia del peso di almeno 4 tonn con le ruote umidificate per evitare l'adesione del conglomerato.

Le giunzioni saranno battute e rifinite a mano se il caso anche riscaldate per una maggiore aderenza. L'Impresa dovrà provvedere alla manutenzione ed alle riparazioni del manto posto in opera fino al collaudo. La Direzione Lavori riserva il diritto di rifiutare riparazioni e manti che non raggiungano i dati specificati.

23.10.3 Prove e collaudi

La Direzione Lavori si riserva il diritto di fare eseguire le prove presso un Istituto autorizzato e prescelto sulla qualità dei materiali e dei manti finiti.

Gli oneri di tali prove saranno a carico dell'Impresa.

In particolare i manti dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- spessore medio non inferiore a quello prescritto;
- il coefficiente d'attrito radente su superficie lievemente bagnata non deve essere inferiore a 0,50 per una velocità di 50 km/h (rilievo con carrello ISS);
- contenuto di legante bituminoso od asphaltico non inferiore al prescritto;
- conformità delle granulometrie.

23.11 PAVIMENTAZIONI IN CUBETTI DI PORFIDO

Saranno posti in opera i cubetti di porfido risultanti dalle demolizioni delle pavimentazioni e conservati a cura dell'Impresa. Saranno messi in opera su sottofondi convenientemente compattati con metodi, disegni e materiali uguali a quelli esistenti.

23.12 CORDONATURE, CHIAVELLE DI CHIUSURA, RISVOLTI, PARACARRI, CIPPI ECC.

Le cordonature stradali, chiavelle di chiusura o a scivolo, risvolti, paracarri, cippi o termini di confine ed i cartelli indicatori rimossi prima dell'inizio degli scavi e conservati a cura dell'Impresa, saranno rimessi al loro posto secondo le linee, i punti e le dimensioni originali.

Saranno posti ed ammorsati su letto di calcestruzzo classe D in modo rigido, creando un piede di dimensioni sufficienti ad impedire lo spostamento dei pezzi dalla loro ubicazione o allineamento.

Prima della posa in opera, i materiali di recupero saranno puliti e lavati in modo che il calcestruzzo faccia una buona aderenza sulle superfici di contatto. Il materiale mancante, dovuto all'incuria dell'Impresa durante la demolizione, la conservazione in cantiere e la posa in opera, saranno rimpiazzati a cura e spese dell'Impresa.

ART. II-28 IMPERMEABILIZZAZIONI E PROVE DI TENUTA SERBATOI**28.1 IMPERMEABILIZZAZIONI****28.1.1 Generalità**

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino. Particolare cura deve essere posta prima della applicazione di impermeabilizzazioni, soprattutto per quelli a base epossidica o poliuretanica, nella pulizia della superficie cementizia di supporto, che deve essere preventivamente sgrassata, rattivata se occorre anche mediante sabbiatura e quindi livellata e stuccata.

Le impermeabilizzazioni a contatto con l'acqua potabile debbono essere conformi alla circolare 102 del Min. San. e al D.M. 21.3.1973.

28.1.2 Impermeabilizzazione interna di vasche di serbatoio (D.M. 21.3.1973)

L'impermeabilizzazione di serbatoi deve essere eseguita con vernici bicomponenti, a base epossidica, esente da solventi e diluibile in acqua, che, a completo indurimento, formi un film vetrificato, impermeabile, omogeneo, resistente ed uniforme o da intonaci.

Il sottofondo di applicazione dovrà essere pulito da ogni impurità o polvere, privo di lattime di cemento superficiale, tracce di disarmati, olio, incrostazioni compatte con finiture tipo F4. Eventuali buchi, fessure od irregolarità devono essere preventivamente regolarizzate mediante malte cementizie. L'applicazione deve essere fatta a pennello, rullo o spruzzo airless.

L'impermeabilizzazione deve essere eseguita in due mani successive (200g/mq ciascuna), la prima a pennello, a 24 ore di distanza.

La temperatura del prodotto da applicare, del supporto e dell'ambiente all'atto dell'applicazione deve essere compresa tra 10°C e + 40°C con umidità relativa inferiore all'80%. Il calcestruzzo di sottofondo dovrà essere stagionato da almeno 28 giorni. E' esclusa la posa del prodotto in caso di giornate caratterizzate da precipitazioni atmosferiche.

28.2 PROVE DI TENUTA DEI SERBATOI

Le prove di tenuta sono a carico dell'Impresa che provvede al riempimento della vasca e al relativo svuotamento per tutte le volte occorrenti ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Una volta raggiunto il massimo livello, il serbatoio viene mantenuto pieno per giorni otto consecutivi.

Al termine del periodo si localizzano le eventuali perdite verificatesi, si provvede allo svuotamento nonchè alla riparazione delle impermeabilizzazioni.

In seguito si riempie una seconda volta la vasca per altri otto giorni e si determinano le eventuali ulteriori perdite che non possono superare i lt 2 per mq di parete bagnata ragguagliata a 24 ore. Tali perdite inizialmente ammesse debbono diminuire del 30% ogni 24 ore successive.

In caso contrario si ripete nuovamente la prova fino al raggiungimento dell'esito favorevole.

Non si possono manifestare all'esterno della parete della vasca macchie dovute a porosità o infiltrazione.

L'acqua necessaria per le prove è fornita a cura e spese dell'Impresa. Il tempo occorrente per le prove è compreso nel periodo a disposizione per l'esecuzione dell'opera e la sua durata è in relazione al numero delle prove occorrenti a discrezione della Direzione Lavori.

È pure a carico dell'Impresa la disinfezione della vasca e di tutte le condutture od apparecchiature idrauliche ed elettroidrauliche nonchè il successivo lavaggio prima dell'inizio della utilizzazione.

ART. II-30 OPERE DI CARPENTERIA METALLICA**30.1 GENERALITÀ**

Le opere in carpenteria metallica devono essere conformi alla normativa sulle costruzioni e devono essere esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Le ditte fornitrici delle strutture in acciaio devono operare in controllo qualità ai sensi della norma ISO 9001.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione del Progettista e della Direzione dei Lavori:

- gli elaborati progettuali costruttivi di cantiere, comprensivi dei disegni d'officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura, nonché i tipi e le qualità degli acciai da impiegare.
- tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.
- i particolari costruttivi e le procedure relative alle fasi di montaggio delle opere.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto. In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dalla normativa.

Le opere metalliche dovranno essere fabbricate in officina in elementi aventi le dimensioni compatibili con le esigenze di trasporto e di montaggio. Ogni unità dovrà comprendere tutti gli accessori necessari per l'assemblaggio dei vari elementi, incluso i bulloni e gli ancoraggi di qualsiasi tipo.

I componenti lavorati e le parti premontate dovranno essere conservati al riparo dagli agenti atmosferici fino all'atto della spedizione.

Tutti i pezzi dovranno essere marcati con il numero di posizione riportato sui disegni di assieme e di dettaglio. I materiali per le opere metalliche saranno conformi ai requisiti già riportati.

30.2 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Ogni volta che le partite di materiale metallico 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.

30.3 LAVORAZIONE

I tagli saranno effettuati con utensili che permettano collegamenti precisi e con angolazioni corrette. I tagli eseguiti alla fiamma di profilati, tubi e lamiere da saldare di testa, dovranno essere ripassati con la mola.

Le superfici degli elementi in getto dovranno essere esenti da spruzzi, scorie di saldature, bave di lavorazione, ecc.

I lembi destinati ad essere saldati in cantiere dovranno essere protetti con inibitori antiruggine ed anticorrosione. Tali prodotti dovranno essere applicati in officina ed essere tali da non costituire un ostacolo per una corretta saldatura.

30.4 SALDATURE

I saldatori impiegati nella fabbricazione e montaggio delle opere in ferro dovranno essere qualificati ed in possesso di patentino di abilitazione rilasciato da un Istituto o Ente

riconosciuto.

Tutte le saldature dovranno essere eseguite utilizzando il procedimento elettrico manuale ed impiegando elettrodi di classe 4B omologati secondo la norma UNI EN ISO 2560. Gli elettrodi al momento dell'uso dovranno essere asciutti e ben conservati.

Le sequenze di saldatura dovranno essere eseguite in modo tale da non dare luogo a sforzi o deformazioni anomale nelle parti da saldare.

30.5 CONTROLLO DELLE SALDATURE

Su richiesta della Direzione Lavori, le saldature delle opere metalliche potranno essere sottoposte a prove e controlli radiografici o magnetoscopici.

I risultati degli esami radiografici dovranno soddisfare i contenuti quelli richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278 con l'eccezione che non saranno accettati difetti di mancanza di penetrazione al cuore della saldatura.

30.6 CONNETTORI

L'utilizzo dei connettori avviene sulle strutture miste, per le quali è prevista la collaborazione statica dell'acciaio con il cemento armato. (es. ponti, viadotti e/o solette di piano per grandi edifici). L'elemento di unione da utilizzarsi è il piolo Nelson costituito da un tondo allargato nella parte terminale, (testata), per la presa con il c.a. .

Il connettore ha la funzione di evitare lo scorrimento tra il getto di calcestruzzo e le travi in acciaio, dovuto agli sforzi taglienti orizzontali generati dalla flessione della struttura.

Il piolo sarà in acciaio S 235 J2G3 + C450 (EX ST37 - 3K) : EN ISO 13918 - EN ISO 10025.

La saldatura del connettore sarà eseguita manualmente, utilizzando una particolare saldatrice detta piolatrice. La ditta esecutrice delle saldature deve essere qualificata dall'ente morale Istituto Italiano di Saldatura per eseguire questo particolare processo di saldatura 873 ai sensi della UNI EN 15614.

Tutti i pioli saranno sottoposti ad esame visivo per accertare che il collarino metallico esistente alla base dopo la saldatura non presenti discontinuità, il collarino va ripristinato con elettrodi rivestiti.

Sui pioli si provvederà, inoltre ad eseguire una prova, secondo CNR UNI 10016/2000, consistente nel piegamento a 30° a colpi di mazza controllando che non avvenga alcuna incrinatura nella giunzione saldata. Tale prova dovrà essere eseguita su almeno il 5% dei pioli per campate, non adiacenti e scelti a caso. Nel caso di esito negativo della prova, verranno provati altri due pioli adiacenti. Se il numero dei pioli rotti raggiunge, al termine dell'esame il 5% dei pioli appartenenti alla stessa membratura, tutti i pioli della stessa verranno provati con piegamento alla mazza. Inoltre all'inizio di ogni giornata di lavoro i primi due pioli verranno sottoposti ad una prova di piega a 45° a colpi di mazza, quando abbiano raggiunto la temperatura ambiente, per verificare la corretta regolarizzazione dei parametri.

Non è ammessa la presenza di cricche nella saldatura dei pioli.

30.7 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, 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.

30.8 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 od 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 risultino centrali 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, si dovrà procedere 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.

È 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.

30.9 PROVE DI CARICO E DI COLLAUDO STATICO

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 constatare 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, in conformità a quanto stabilito dalla normativa.

30.10 PROTEZIONE E RICOPRIMENTO DI ELEMENTI METALLICI FERROSI

30.10.1 GENERALITÀ

Il trattamento di protezione degli elementi dai processi di corrosione, prelieve specifiche operazioni di preparazione delle superfici (decapaggio, pulizia a fuoco, spazzolatura, sabbiatura), può essere ottenuto per via chimica (rivestimenti metallici per immersione o galvanici, rivestimenti chimici quali la fosfatazione o l'ossidazione anodica, aggiunta di elementi speciali o aumento della purezza) o per pitturazione a pennello (con vernici a base di piombo e zinco o fosfato o cromato di zinco).

I trattamenti di ricoprimento, intermedio e di finitura, è ottenuto mediante pitturazione a pennello o a spruzzo di prodotti vernicianti da realizzare con colori diversi per la verifica visiva dell'avvenuta copertura. Il trattamento per opere all'aperto sarà del tipo epossidico, per opere all'interno sarà a base di clorocaucciù.

30.10.2 TRATTAMENTO DI PROTEZIONE MEDIANTE ZINCATURA A CALDO

Tutte le parti in acciaio da proteggere con procedimento di zincatura a caldo sono immerse in vasche di zinco fuso a temperatura controllata (440-460°C).

Lo zinco da usare nel bagno di zincatura deve essere di una delle qualità commerciali di zinco di prima fusione con purezza non minore a quella dello zinco Zn a 98, 25 relative alla norma UNI EN 1179:2005.

Per l'identificazione dello zinco si devono seguire le norme UNI 4179.

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie. Se necessario dovranno essere tolti eccessi di zinco o gocce, specialmente in corrispondenza dei giunti bullonati. Il numero minimo di immersioni per le strutture in acciaio profilato e per le strutture composte con parti in acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm, è di 6.

Per la zincatura di eventuali barre filettate o altro si devono proteggere le filettature con nastro isolante in tela (tipo telato, 2-3 strati avvolti strettamente).

E' indispensabile prevedere adeguate forature sia per lo scorrimento dello zincante durante il trattamento sia per la presa del pezzo da trattare possibilmente mai inferiori a diam. 14 mm.

Particolare attenzione deve essere data alla tecnica costruttiva delle strutture in tubolare. Nei collegamenti fra tubi occorre sempre controllare che vi sia un canale aperto che permetta la libera circolazione dell'acido e dello zinco. Si devono quindi evitare zone chiuse.

E' da evitare per quanto possibile il contatto piatto con piatto. In caso contrario la saldatura fra le due parti deve essere assolutamente continua praticando un foro passante fra le due superfici accoppiate. Dopo il montaggio delle strutture metalliche dovranno essere ripristinate eventuali parti di zincatura danneggiate, con ritocchi di vernice zincante a freddo.

30.10.3 TRATTAMENTO DI RICOPRIMENTO CON VERNICE PER ELEMENTI IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO

Le superfici degli elementi in ferro zincati a caldo possono essere sovraverniciate con vernice a base di resine epossidiche specificatamente formulata. Il ciclo di pitturazione sarà costituito dalle seguenti fasi:

- applicazione di una mano di smalto anticorrosivo a base di resine epossipoliamminiche e pigmenti anticorrosivi al fosfato o cromato di zinco, (Primer zincante a freddo) di spessore minimo del film 60 micron;
- applicazione di una mano intermedia con smalto epossipoliamminico di spessore 40 micron;
- applicazione di due mani a finire di smalto poliuretanico di spessore 50 micron.

30.10.4 TRATTAMENTI DI PROTEZIONE E RICOPRIMENTO CON VERNICI

30.10.4.1 Preparazione superfici con sabbiatura

Per tutti gli elementi in acciaio per i quali si prevede un ciclo completo di protezione mediante pitturazione con vernici, la preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante sabbiatura, o spazzolatura meccanica, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con

il supporto.

Il tipo di pulizia, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera. L'operazione preparatoria delle superfici avviene mediante pulizia a getto con sabbia silicea o graniglia di acciaio spigolosa o lappa.

Prima di iniziare le operazioni l'Appaltatore dovrà verificare l'assenza di spigoli vivi per poi procedere con idonei sistemi all'eliminazione completa di eventuali sostanze estranee nocive alla pitturazione presenti sulla superficie da trattare quali: olio, grasso, composti per taglio, residui di saldatura ed altri contaminanti e tracce di acqua, umidità e polvere.

Durante l'operazione di sabbiatura verranno impiegati adeguati separatori per assicurare che l'aria compressa sia priva di acqua ed olio; i separatori devono essere regolarmente spurgati.

La verifica della qualità dell'aria sarà effettuata soffiando aria per due minuti su un foglio di carta bianca; non si dovranno rilevare tracce di contaminazione da oli, grassi e umidità.

Non è ammesso il riciclo della sabbia silicea. Non si dovranno effettuare operazioni di sabbiatura quando la temperatura delle superfici metalliche sarà minore di 3°C sopra al punto di rugiada.

Per quanto riguarda il controllo visivo delle condizioni iniziale delle superfici grezze da pitturare e del grado di pulizia ottenuto si fa riferimento agli standard fotografici svedesi (Svensk Standard SIS 05 59 00 1067 della Sveriges Standardiseringskommission).

Per quanto non dettagliatamente specificato si fa riferimento alle norme dello Steel Structures Painting Council. Per tutte le strutture metalliche si prevede un grado di sabbiatura Sa 2.5 secondo gli Standard Svedesi.

Il limite di rugosità dovrà essere: minimo di 35 micron d'incisione e mediamente intorno a 50 micron.

30.10.4.2 Pitturazione di protezione e ricoprimento

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione A, B e C definiti nel seguito.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica le cui caratteristiche di composizione sono indicate nel seguito.

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

CICLO «A»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

1° strato - Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco (Zn Cr 04), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| - tipo di legante | clorocaucciù |
| - PVC% ⁽¹⁾ | ≥ 36% |
| - % pigmenti sul totale polveri | ≥ 82% |
| - tipi di pigmento | minio - ZnCrO ₄ |
| - legante secco % | 25% |
| - spessore del film | 80 ÷ 100 µ |
| - metodo di applicazione | pennello |

⁽¹⁾ Concentrazione volumetrica del pigmento.

2° strato - Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative:

- | | |
|-------------------|--------------|
| - tipo di legante | clorocaucciù |
|-------------------|--------------|

- PVC% $\geq 41\%$
- % pigmento sul prodotto finito $\geq 14\%$
- tipi di pigmento rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco % 28%
- spessore del film $80 \div 100 \mu$
- metodo di applicazione pennello

3° strato - Mano di finitura: clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante clorocaucciù acrilica
- PVC% $\geq 26\%$
- % pigmento sul prodotto finito $\geq 26\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO₂)
- legante secco % 33%
- spessore del film 40μ
- metodo di applicazione pennello o rullo

CICLO «B»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

1° strato - Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO₄ (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante epossidico
- PVC% $\geq 36\%$
- % pigmento sul totale polveri $\geq 25\%$
- tipo di pigmento cromato di zinco ZnCrO₄
- legante secco % 26%
- spessore del film $30 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello

2° strato - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO₂), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante epossidico
- PVC% $\geq 40\%$
- % pigmento sul prodotto finito $\geq 11\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO₂)
- legante secco % 26%
- spessore del film $80 \div 100 \mu$
- metodo di applicazione pennello

3° strato - Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T).

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante poliuretanico
- PVC% $\geq 16\%$
- % pigmento sul prodotto finito $\geq 26\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO₂)
- legante secco % 39%
- spessore del film $30 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

CICLO «C»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

1° strato - Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO₄) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante oleofenolico

- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) % $\geq 18\%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca $\geq 60\%$
- spessore del film secco $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

2° strato - Mano intermedia oleo fenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative :

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro
- legante secco (resina) % $\geq 18\%$
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca $\geq 60\%$
- spessore del film secco $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

3° strato - Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative :

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO₂), ftalocianina bleu
- % di TiO₂ sul totale pigmenti $\geq 30\%$
- legante secco (resina)% $\geq 40\%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca $\geq 60\%$
- spessore del film secco $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

4° strato - Mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative :

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri $\geq 55\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO₂), ftalocianina bleu
- % TiO₂ sul totale pigmenti $\geq 30\%$
- legante secco (resina) % $\geq 40\%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca $\geq 60\%$
- spessore del film secco $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

30.10.5 CICLO DI PROTEZIONE ANTINCENDIO

Ove previsto, il trattamento di protezione passiva al fuoco a base di vernice intumescente, certificato in accordo alla Normativa Italiana (Circolare 91 Ministero dell'Interno; UNI EN 1992-1-2:2005) sarà idoneo a garantire una resistenza al fuoco pari alla classe R 120.

Esso sarà ottenuto mediante l'applicazione di 1600 gr/m² (due mani) di rivestimento intumescente a base acqua, per uno spessore medio di 800 micron, utilizzando primer e prodotti per garantire l'adesione tra gli strati: in particolare la protezione finale del rivestimento intumescente avverrà mediante l'applicazione di una mano intermedia di

smalto epossipoliammidico, dello spessore di 60 micron, seguita da una applicazione di una mano di smalto poliuretanico a finire, dello spessore di 60 micron.

30.10.6 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI VERNICIANTI

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
 - caratteristiche di composizione: foglio A;
 - caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

30.10.7 MODALITÀ DI IMPIEGO DEI PRODOTTI VERNICIANTI

I materiali dovranno pervenire sul luogo di impiego in recipienti originali chiusi, recenti leggibile il nome della ditta produttrice, la marca e la quantità del prodotto.

I recipienti dovranno essere immagazzinati in ambienti idonei, evitando locali a temperatura inferiore a 10°C e quelli in cui l'escursione della temperatura sia tale da compromettere la buona conservazione dei materiali stessi.

Ogni mano di vernice deve essere applicata uniformemente sull'intera superficie evitando la formazione di gocciolature, grinze, screpolature ecc., che nei casi si formassero devono essere spazzolate via e la superficie riverniciata.

Prima dell'applicazione della mano a finire dovranno essere effettuate tutte le necessarie operazioni di pulizia al fine di eliminare ogni e qualsiasi sostanza contaminante nociva alla successiva pitturazione; in particolare la pulizia dovrà riguardare anche l'asportazione di conglomerati, bitumi, asfalti, coibenti e materiali vari di risulta.

I colori delle verniciature e delle protezioni saranno scelti nell'ambito delle tonalità della serie RAL.

Tutti i cicli di pitturazione (di protezione o finitura) e le verniciature devono essere fatte in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate. All'atto dell'applicazione le superfici da pitturare o da verniciare devono presentarsi prive di ogni traccia di materiale depositato durante le operazioni di preparazione del supporto.

30.10.8 RITOCCHI

Dopo il montaggio in opera per la protezione di tutti i giunti e per ripristinare tutte le parti verniciate, danneggiate da saldature, escoriazioni o altro, anche se causati da terzi, dovranno essere effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, i necessari ritocchi secondo le seguenti modalità:

- spazzolatura al grado ST 3;
- applicazione a pannello o spruzzo di 1 mano di mastice epossidico alluminato, allo spessore secco di $60 \div 70$ micron;
- applicazione mano intermedia e finitura come da ciclo scelto.

Analogamente dovranno essere trattate tutte le parti eventualmente montate grezze quali piastre, fazzoletti, bulloni test di dado, tiranti o altro.

30.10.9 LEMBI DA SALDARE

L'Appaltatore dovrà ricoprire i lembi da saldare con adatta protezione (nastratura) per evitare il danneggiamento durante la eventuale sabbiatura e successivamente togliere la protezione pulendo eventuali tracce di prodotti adesivi.

In caso di applicazione in officina dell'inibitore antiruggine, e' consigliabile applicarlo sui lembi da saldare per una fascia di circa 50 mm. dopo le operazioni cianfrinatura e dovrà essere di tipo saldabile.

Qualora in Officina venga applicata anche una mano di verniciatura, oltre al primer, si dovrà provvedere a proteggere con nastro tutte le superfici su cui sia previsto di dover eseguire giunzioni saldate. Ad esempio: fazzoletti per diagonali verticali, zone di saldatura calastrelli, incroci di travi secondarie o controventi orizzontali, montanti, ecc..

30.10.10 CONTROLLI E TOLLERANZE

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore sottoporrà alla D.L. la procedura di controllo della qualità e fac-simile delle schede di controllo e di non conformità.

Su richiesta l'Appaltatore convocherà all'inizio dei lavori, e successivamente a intervalli regolari, un tecnico del fornitore dei prodotti, per l'ispezione dei lavori e dei risultati.

La procedura di controllo, svolta ad opera e ad onere dell'Appaltatore, prevederà almeno quanto descritto nel seguito:

- la verifica della qualità dell'aria compressa deve essere effettuata almeno due volte al giorno e comunque ogni qualvolta la linea di alimentazione viene messa in funzione;
- la registrazione della temperatura delle superficie dell'aria, del punto di rugiada, dell'umidità relativa e delle condizioni metereologiche, devono essere effettuate prima di ogni turno di lavoro o durante l'esecuzione, se le condizioni variano;
- il controllo del profilo e dell'aspetto delle superfici sabbiate deve essere effettuato prima dell'applicazione del primer; ogni 20 m² vanno eseguiti due controlli con rugosimetro o con placchette di confronto tipo Rugotest o altro strumento calibrato prima dell'impiego;
- alla registrazione della apertura dei contenitori dei prodotti vernicianti, deve seguire la verifica del loro stato di conservazione e della loro utilizzazione entro i tempi prescritti;
- il controllo degli spessori del film secco di ogni singola mano deve essere effettuato con idonei strumenti magnetici o elettromagnetici, opportunamente tarati secondo le istruzioni del fabbricante ogni giorno o quando cambi il "range" dello spessore dei rivestimenti; tutte le operazioni di controllo verranno eseguite dall'applicatore con proprio personale ed apparecchiature;
- durante il controllo degli spessori dovrà essere verificato che non ci siano lacerazioni disuniformità del film; verranno scelti almeno 2 punti per ogni 15 m² di superficie verniciati: su questi punti saranno effettuate 5 misurazioni, si scarteranno, come inaffidabili, i valori estremi, sui rimanenti 3 si computerà la media aritmetica che sarà considerata come il valore del punto; la media aritmetica dei punti sarà quindi il valore di spessore, del manufatto, da confrontare con i valori di capitolato; sugli spessori prescritti, per ogni singola mano, è ammessa una tolleranza del 10% in relazione ad una garanzia di 10 anni grado RE3. in caso di contestazione verranno applicate le norme SSPC-n. PA-2-73 T;
- il controllo della aderenza sulla mano di Primer zincante deve essere effettuata non prima di due settimane dall'applicazione (Norme SSPC n. 20) mediante il metodo della quadrettatura; allo scopo verrà utilizzato un coltello con 6 taglienti distanziati fra loro di 2 mm.: è accettabile un distacco massimo pari al 5% del numero totale dei quadretti (Norma DIN 53151 Grado GT1 ASTM 3359 met B Grado 4B);
- il controllo della aderenza fra gli strati di finitura deve essere effettuato in riferimento alle Norme ASTM D 3359 MET A Grado aA.

Le non conformità rilevate dai controlli andranno evidenziate su apposita scheda con la descrizione delle azioni da intraprendere, e sottoposte alla D.L. per approvazione.

30.10.11 GARANZIE

L'Appaltatore deve garantire la condizione Re 3 della "Scala Europea dei gradi di arrugginimento per pitture anticorrosive" per tutti il periodo di garanzia previsto.

Per effetto di detta garanzia, durante i suddetti periodi il fornitore è tenuto a riparare od a rifare, a propria cura e spese, quelle parti che risultassero non eseguite a perfetta regola d'arte o avariate (per difetto di preparazione delle superfici, di applicazione delle pitture o di insufficiente resistenza di queste agli agenti atmosferici mostrando stacchi, crepe, bolle o affioramenti di ruggine).

30.11 COPERTURE DI BOTOLE, POZZETTI ECC.

Le lamiere striate per la copertura di pozzetti, botole, specchiature attraversate da tubazioni, ecc. avranno spessore 5 mm e 6 mm, sotto stria. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo che non si abbiano a verificare spancamenti o vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati a Z opportunamente zincati ai bordi delle aperture.

ART. II-32 SERRAMENTI

32.1 GENERALITÀ

Tutti i serramenti impiegati nei fabbricati dovranno corrispondere perfettamente alle condizioni sotto indicate e, anche quando non specificato, dovranno possedere tutti i requisiti caratteristici della migliore produzione del genere. I materiali indicati per la loro costruzione si intendono della migliore qualità.

Le sezioni delle strutture portanti non dovranno mai essere inferiori ai limiti indicati nelle specifiche.

I disegni costruttivi di tutti gli infissi saranno soggetti all'approvazione della Direzione Lavori, alla quale dovranno essere presentati in tempo utile. Non sarà ammessa come giustificazione di ritardi nei lavori la mancata approvazione da parte della Direzione Lavori per difetto di progettazione.

Per ogni tipo di infisso (in profilati di ferro normali o ferro-finestra) dovrà essere presentato un campione che permetta di controllare le caratteristiche e particolarità costruttive.

Si precisa che i serramenti esterni dovranno essere calcolati per una spinta del vento pari a 70 kg/m².

32.2 MATERIALI

32.2.1 Profilati in acciaio per serramenti

I profilati in acciaio per serramenti dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe 37.A previsto dalla norma UNI 5334-64, secondo i profili, le dimensioni e le tolleranze riportate nella norma UNI 3897. I profilati potranno essere di tipo, normale o di tipo a sagomatura speciale ferro-finestra.

Le lamiere saranno di tipo F 37 C e F 52 C UNI 5335/64 rispettivamente per i tipi 1 e 2 degli acciai al carbonio previsti dalle Norme CNR - UNI 10011 per spessori minori o uguali a 29 mm.

32.2.2 Legname per serramenti

Il legname destinato alla costruzione di serramenti dovrà essere completamente stagionato naturalmente; la percentuale di umidità, da determinarsi così come stabilito dalla norma UNI 4391, dovrà essere non superiore al 15%.

Il legname dovrà essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata e perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radiale che in senso circolare, dovrà inoltre essere privo di fori e gallerie provenienti da attacchi di organismi animali o vegetali, di nodi cadenti o deteriorati, di nodi a baffo, di tasche di resina.

Non saranno tollerati rattoppi, tasselli od altri ripieghi tendenti a mascherare difetti del legname e delle altre lavorazioni.

I pannelli di legno compensato per i serramenti in legno saranno del tipo A.A., corrispondenti alla norma UNI 4367: le tolleranze saranno stabilite dalla norma UNI 4089. Le prove dovranno essere eseguite secondo le norme da UNI 2641 a UNI 2648.

32.2.3 Vetri

Per i serramenti oggetto delle presenti specifiche, sarà richiesto l'impiego di vetro retinato a maglia quadra (spessore 5 - 7 mm).

32.3 PROVE

La Direzione Lavori potrà a suo giudizio effettuare prove a spese dell'Impresa sui suddetti materiali per verificarne la rispondenza alle caratteristiche sopra specificate. I materiali che risultassero non rispondenti alle suddette caratteristiche dovranno essere sostituiti con altri idonei ed allontanati dal cantiere.

32.4 SERRAMENTI DI FERRO CON PROFILATI NORMALI PER FINESTRE

I serramenti per finestre di ferro saranno realizzati con profilati semplici ed accoppiati, di sezione adeguata alle dimensioni e natura dell'infisso.

Il fissaggio dei vetri avverrà a mezzo di righette di lamiera di ferro piegata. Le saldature e le giunzioni dovranno essere accuratamente limate e profilate.

L'allontanamento delle acque piovane avverrà a mezzo di gocciolatoio di lamiera zincata dello spessore minimo di 12/10 mm applicato in sottoposizione con opportuni colastrelli zincati.

I serramenti saranno completi di cerniere e maniglie di ottone aventi carattere di particolare robustezza in relazione anche alle dimensioni dei serramenti stessi.

L'allontanamento delle condense esterne verrà realizzato con opportune forature ricavate nei telai fissi e mobili.

La tenuta d'aria per i serramenti esterni, in corrispondenza del contatto fra telai fissi e murature verrà garantita con sigillature di mastici adesivi inalterabili.

32.5 SERRAMENTI DI FERRO CON PROFILATI FERRO-FINESTRA

I serramenti per finestre di ferro da realizzare con profilati di ferro-finestra saranno eseguiti con profilati di sezioni adeguate alle dimensioni e natura dell'infisso e comunque non inferiore a 40 mm, montati, a richiesta della Direzione Lavori, su contro telaio di lamiera zincata.

Il fissaggio dei vetri, le saldature e giunzioni; l'allontanamento delle acque piovane e delle condense ed ogni accessorio sarà corrispondente a quanto descritto al punto precedente.

32.6 SERRAMENTI PER PORTE IN FERRO

I serramenti per porte esterne ed interne di ferro dovranno essere tamburati dalla parte esterna con una lamiera di ferro dello spessore minimo di 15/10, ribordata sul telaio mobile e fissata a mezzo di saldatura.

Il telaio mobile, costituito da profilati normali o da profilati tubolari di lamiera, sarà rinforzato al piede da un corrente formante zoccolo e da controventature in profilato o in tubolare di lamiera piegata.

Dovrà essere particolarmente curato il fissaggio della lamiera al telaio mobile ad evitare ondulazioni e movimenti della stessa nonché fenomeni di rumorosità.

Gli stipiti saranno di lamiera di ferro, zincata per quelli esterni, e saranno rinforzati, qualora necessario, da profilati interni.

In corrispondenza delle battute fra telai mobili e telai fissi dovranno essere previste particolari guarnizioni in gomma, atte ad eliminare rumorosità all'atto della chiusura delle porte.

Le porte a libro saranno complete di monorotaia a forma prismatica, di carrelli doppi a 4 ruote montanti su cuscinetti a sfera e ghiera reggispinta, di olivette con placca su ghiera in ottone; di guida inferiore a omega di spessore e misura adeguata; corredata di zanche a murare.

Le zincature saranno eseguite in bagno di zinco fuso (rivestimento di 0,07 mm corrispondenti a circa 500 gr/mq); saranno invece elettrolitiche per ogni sorta di elementi minuti, quali viteria e bulloneria (al di sotto dei 7 - 8 mm di diametro), piastrine e simili, il tutto per uno spessore di 5/6 micron.

I serramenti saranno completi di cerniere in acciaio, di maniglie di ottone, di serrature tipo "paten" con molla o mandata, corredate di n°3 chiavi, soglia di battuta per quelle esterne formate da opportuno piatto metallico da incorporare e fissare nel pavimento.

32.7 SERRAMENTI IN ALLUMINIO ANODIZZATO

I serramenti in alluminio anodizzato presentano le medesime caratteristiche dei serramenti in ferro descritti al precedente punto. I serramenti dovranno essere completi di cerniere, maniglie, serrature (corredate di n°3 chiavi), soglia di battuta e dovranno garantire la perfetta tenuta idraulica.

ART. II-35 SISTEMAZIONI A VERDE**35.1 GENERALITÀ**

L'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione a verde delle aree indicate nei disegni di contratto; detta sistemazione consisterà nella formazione di tappeti verdi, nella sistemazione di terreni a prato, nella fornitura e posa a dimora di piante ed arbusti ornamentali di tipo specificato nei disegni di contratto o indicato dalla Direzione Lavori. La formazione di tappeto verde consisterà, nel trasporto e stendimento di uno strato di terra vegetale di circa 30 cm recuperata dagli scavi ed adeguatamente concimata; nella seminazione di loietto inglese, nonché nella regolarizzazione e successiva rullatura del tutto.

La sistemazione a prato consisterà nella sarchiatura e concimazione delle aree destinate a tal uopo, nella seminazione di un miscuglio di graminacee nonché nella regolarizzazione del tutto.

La piantagione degli arbusti e piante ornamentali consisterà nella formazione di buche di adeguata profondità, nello stendimento su queste di uno strato di concime, nella messa a dimora delle piante e degli arbusti stessi legati ove occorresse a pali tutori, nonché nel loro rinterro.

Tutte queste operazioni saranno eseguite a stagione opportuna. L'Appaltatore avrà altresì l'onere della cura e manutenzione delle sistemazioni a verde essendo Egli responsabile fino all'atto del collaudo dello stato delle sistemazioni stesse. Pertanto dovrà sostituire a proprie spese ogni pianta od arbusto non attecchito o successivamente seccato, e riseminare le zone di tappeto verde o sistemazione a prato che non germogliassero; non è esclusa la sua responsabilità da danni che derivassero dalle cattive condizioni atmosferiche, o dalle gelate.

35.2 PREPARAZIONE AGRARIA DEL TERRENO

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare un'accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno, ed in particolare si prescrivono le seguenti operazioni:

- erpicatura del terreno;
- concimazione, da eseguirsi mediante concimi minerali e/o letame ben maturo, su indicazione della direzione dei lavori in relazione all'analisi dei terreni.

I prezzi di elenco relativi all'inerbimento delle aree compensano ogni onere necessario.

35.3 SEMINA

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie è prescritto in 120 kg.

L'impresa è libera di effettuare le operazioni di semina con le modalità da essa ritenute più idonee, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

ART. II-37 MANUTENZIONE ALVEI**37.1 GENERALITÀ**

I lavori descritti in questo capitolo riguardano le operazioni di manutenzione straordinaria dei corsi d'acqua e comprendono, in particolare, interventi di decespugliamento, disboscamento e riprofilatura delle sponde.

I lavori andranno eseguiti nei tratti e secondo le indicazioni riportate nei disegni di progetto o in base alle prescrizioni date di volta in volta dalla Direzione Lavori. L'Impresa dovrà assolutamente evitare che il materiale rimosso dalle sponde o dagli argini cada in acqua e venga allontanato dalla corrente.

37.2 DECESPUGLIAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI**37.2.1 Modalità esecutive**

I lavori di decespugliamento andranno eseguiti sia a mano che mediante l'utilizzo di mezzi meccanici, dotati di lame o cucchiaie o accessori speciali, a seconda delle condizioni locali e delle caratteristiche del terreno.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

37.3 DISBOSCAMENTO DI SCARPATE FLUVIALI**37.3.1 Modalità esecutive**

I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo precedente

Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, sramati, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dalla Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a rifiuto.

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque pericolo per le persone e per le cose; l'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dalla Direzione Lavori.

37.4 SFALCIO E DECESPUGLIAMENTO DI RILEVATI ARGINALI**37.4.1 Modalità esecutive**

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione infestante lungo i rilevati arginali dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dalla Direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con mezzo meccanico, cingolato o gommato, fornito di disco con coltelli rotanti; dove necessario, l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

37.5 OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN MASSI NATURALI O ARTIFICIALI E CORAZZAMENTO FONDO ALVEO

37.5.1 Generalità

Le opere di protezione realizzate in massi sono caratterizzate da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. La mantellata dovrà essere sistemata faccia a vista, intasata con terreno vegetale e opportunamente seminata.

37.5.2 Caratteristiche dei materiali

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

peso volumico: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m^3)

resistenza alla compressione: $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ (500 kgf/cm^2)

coefficiente di usura: $\leq 1.5 \text{ mm}$

coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$

gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto negli elaborati di progetto, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati. Secondo il peso saranno divisi nelle seguenti categorie:

pietrame in pezzatura singola del peso fra kg 0 e kg 100;

massi naturali di 1ª categoria del peso singolo fra kg 100 e kg 800;

massi naturali di 2ª categoria del peso singolo fra kg 800 e kg 2000;

massi naturali di 3ª categoria del peso singolo oltre kg 2000.

I massi artificiali, delle dimensioni definite in progetto, saranno costituiti da prismi cubici o parallelepipedi, realizzati con calcestruzzo avente resistenza caratteristica minima $R'_{bk} \geq 20 \text{ N/mm}^2$ (200 kgf/cm^2). Le casseforme per il confezionamento dei massi devono essere di robustezza tale da non subire deformazioni sotto la spinta del calcestruzzo e devono avere dimensioni interne tali che i massi risultino delle dimensioni prescritte. Le pareti interne delle casseforme dovranno essere preventivamente trattate con opportuni preparati (disarmanti), al fine di evitare distacchi al momento del disarmo. L'Impresa dovrà predisporre casseforme in numero sufficiente per corrispondere adeguatamente alle esigenze di produzione e stagionatura dei massi.

I prismi andranno realizzati su terreno perfettamente spianato e battuto e saranno costruiti in file regolari, rettilinee e parallele fra loro, in modo da costituire una scacchiera, così da renderne facile la numerazione.

Il getto andrà effettuato in un'unica operazione senza interruzioni; il calcestruzzo dovrà essere versato nelle casseforme in strati non superiori a 20 cm di altezza ed ogni strato verrà accuratamente compresso con appositi pestelli ed opportunamente vibrato.

I massi artificiali dovranno rimanere nelle loro casseforme per tutto il tempo necessario ad un conveniente indurimento del calcestruzzo; lo smontaggio delle casseforme non potrà comunque avvenire prima che siano trascorse 12 ore dall'ultimazione del getto. La movimentazione e la messa in opera dei prismi non potrà avvenire prima che siano trascorsi 28 giorni dalla data della loro costruzione e che siano state eseguite le prove di accettazione descritte nel seguito e le operazioni di contabilizzazione.

37.5.3 Modalità esecutive

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0.50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non

oscillanti e in modo che la tenuta della berma o dal fondo nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

Gli scivoli di corazzamento del fondo alveo dovranno essere eseguiti ponendo in opera, con l'ausilio di un mezzo meccanico, i blocchi secondo le dimensioni e la disposizione indicate nei disegni esecutivi e dalla Direzione Lavori.

Gli scivoli dovranno essere sagomati con un alveo di magra centrale creando piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire la risalita della fauna ittica.

Il pietrame di pezzatura maggiore è collocato su di un letto di pietrisco e geotessuto.

A monte lo scivolo ha struttura ad arco con raggio di curvatura pari a $5/4$ della larghezza d'alveo.

Utilizzando massi artificiali, durante la posa, l'Impresa avrà cura di assicurare un adeguato concatenamento fra i vari elementi e dovrà assolutamente evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi che si dovessero rompere durante le operazioni di posa andranno rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpe dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti.

Gli elementi costituenti i cigli di banchine saranno accuratamente scelti ed opportunamente lavorati con il martello, al fine di ottenere una esatta profilatura dei cigli.

Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

Se prescritto, le mantellate saranno intasate con terreno vegetale ed opportunamente seminate fino ad attecchimento della coltre erbosa.

37.5.4 Prove di accettazione e controllo

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni cento metri lineari di difesa da realizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno trenta massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la tratta sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

Per i massi artificiali le prove di accettazione e controllo saranno eseguite sulla base delle modalità contenute nell'allegato 2 del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 14 febbraio 1992.

In particolare le metodologie di controllo da adottarsi saranno quelle previste per il "TIPO A:" I risultati delle suddette prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori prima della messa in opera dei massi. Qualora i risultati delle prove fossero negativi, l'intera partita controllata sarà scartata con totale onere a carico dell'Impresa. La presenza di tutte le certificazioni previste nel presente paragrafo risulterà vincolante ai fini della collaudabilità dell'opera.

37.6 OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN GABBIONI E MATERASSI METALLICI

37.6.1 Generalità

Il gabbione a scatola è un elemento a forma di prisma rettangolare con le pareti costituite da un'armatura di rete metallica fortemente zincata con maglie a doppia torsione, riempito di materiale lapideo di adatta pezzatura. Tutti i bordi, sia del telo principale che delle testate, sono rinforzati con fili di ferro zincato di diametro maggiorato rispetto a quello della rete.

Il materasso metallico si differenzia dal gabbione per la forma, sempre parallelepipedica, ma caratterizzata da notevole ampiezza e piccolo spessore, e per la presenza di tasche tali da formare una struttura cellulare diaframata.

37.6.2 Caratteristiche dei materiali

I gabbioni metallici dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione secondo UNI 8018, tessuta a macchina con trafilato di ferro (UNI 3598) a zincatura forte (Circolare C.S.LL.PP. n.2078/62), di diametro pari a 3.0 mm. La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi di dimensioni non superiori a 10x12 cm, dovrà essere esente da strappi e dovrà avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiore rispetto a quello delle rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Le dimensioni trasversali della scatola costituente i gabbioni (altezza e larghezza) dovranno essere pari a 0.50x1.00 m oppure a 1.00x1.00 m. Per lunghezze della scatola superiori a 1.50 m si dovranno adottare gabbioni muniti di diaframmi e più precisamente: 1 diaframma per scatole di lunghezza pari 2 m, 2 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 3 m e 3 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 4 m.

I materassi metallici, realizzati con le modalità e sulla base delle normative già richiamate per i gabbioni, dovranno avere larghezza pari a 2.0 m, spessore pari a 23 cm o 30 cm e lunghezze di 4, 5 o 6 m; il numero di tasche dovrà essere pari ai metri di lunghezza. Il diametro del filo di ferro, sempre a forte zincatura, sarà pari 2.2 mm e la dimensione delle maglie, sempre a doppia torsione, pari a 6x8 cm.

Il materiale di riempimento dei gabbioni sarà costituito da pietrame di cava spaccato o da ciottolame di fiume preferibilmente di forma appiattita; in ogni caso le facce esterne dovranno essere eseguite con pietrame di cava di forma parallelepipedica e squadrata, così da risultare sistemate come un muro a secco, ben scagliato in modo da non lasciare vuoti. Il nucleo interno potrà eventualmente essere realizzato con ciottoli di fiume. Le dimensioni del pietrame e dei ciottoli non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 15 cm.

Per quanto riguarda i materassi metallici le dimensioni del materiale di riempimento non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 10 cm.

Il pietrame di riempimento dovrà corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovrà inoltre essere esente da giunti, fratture e piani di sfalsamento; dovrà essere non gelivo e rispettare i seguenti limiti:

peso volumico: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m³)

resistenza alla compressione: $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ (500 kgf/cm²)

coefficiente di usura: $\leq 1.5 \text{ mm}$

coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$

gelività: il materiale deve risultare non gelivo.

37.6.3 Modalità esecutive

L'armatura metallica dei gabbioni o dei materassi dovrà essere aperta e distesa sul suolo, nel luogo di impiego ma, se possibile, fuori opera; verranno raddrizzate le pareti e le testate e verranno quindi effettuate le cuciture dei quattro spigoli verticali, con l'apposito filo, in modo da formare la scatola. Le cuciture saranno eseguite in modo continuo, passando il filo in tutte le

maglie con un doppio giro ogni due maglie e prendendo, in tale operazione, i due fili di bordatura che si vengono a trovare a contatto.

Predisposto fuori opera un certo numero di gabbioni o dei materassi, ognuno già cucito nella sua forma di scatola, si porrà in opera un gruppo di elementi pronti, disponendoli secondo la sagoma prevista e, prima di effettuare il riempimento, collegandoli fra loro con solide cuciture lungo gli spigoli a contatto, da eseguirsi nello stesso modo indicato per la formazione delle scatole. Man mano che si aggiungono nuovi gruppi di gabbioni o materassi, si dovrà provvedere a che questi siano strettamente collegati con quelli già in opera: quanto detto vale anche tra i vari strati dei gabbioni in elevazione.

Il materiale di riempimento dovrà essere opportunamente sistemato nell'interno della scatola metallica in modo da ottenere sempre il minimo indice dei vuoti e con le indicazioni riportate nel paragrafo precedente; si dovrà in ogni caso porre la massima attenzione, durante la posa, per evitare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.

Durante il riempimento dei gabbioni si dovrà disporre nell'interno della scatola un certo numero di tiranti aventi al funzione di rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura metallica ed evitare, in caso di deformazione dell'opera o durante la fase di riempimento, un eccessivo sfiancamento delle scatole. I tiranti, orizzontali, saranno costituiti da pezzi di filo di ferro zincato, dello stesso tipo di quello usato per le cuciture, e verranno agganciati all'armatura metallica con una legatura abbracciante una maglia; i tiranti saranno messi in opera in senso trasversale alla scatola per agganciare le pareti opposte, o ad angolo fra due pareti adiacenti. Mediamente si dovranno mettere in opera da 4 a 6 tiranti per ogni m³ di gabbionata se gli elementi sono alti 1 m, da 2 a 4 tiranti per ogni m³ di gabbionata se gli elementi sono alti 0.5 m. Ultimate le operazioni di riempimento, si procederà alla chiusura del gabbione o del materasso, abbassando il coperchio ed effettuando le dovute cuciture lungo i suoi bordi.

A causa di particolari condizioni locali, potrà risultare necessario, per l'esecuzione del lavoro, provvedere alla messa in opera dei gabbioni o dei materassi già predisposti, riempiti e cuciti. In questi casi, l'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori le modalità esecutive di posa che intenderà adottare, con l'indicazione dei macchinari e del numero di agganci che prevede di utilizzare.

Man mano che si poseranno i gabbioni o i materassi, si dovrà procedere al collegamento con gli elementi già in opera.

37.6.4 Prove di accettazione e controllo

I gabbioni ed i materassi metallici dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL. PP. n° 2078 del 27 agosto 1962.

Prima della messa in opera degli elementi e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori il certificato di collaudo a garanzia della Ditta che ha fabbricato i gabbioni o i materassi, redatto a norma della circolare sopra citata. La Direzione Lavori dovrà eseguire gli ulteriori accertamenti descritti nel seguito, le cui spese restano sempre a carico dell'Impresa.

Procederà dapprima alla ricognizione dei gabbioni o dei materassi per controllare che nei punti di torsione lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature che ne consentano il distacco con il grattamento: se l'inconveniente si ripeterà per il 10% dei casi esaminati la partita sarà da scartare.

La D.L. preleverà inoltre dei campioni di filo da 40 cm dalle scatole metalliche (un filo ogni 100 pezzi) e dalle matasse di filo per cucire (un campione ogni 10 matasse). Ogni campione prelevato sarà diviso in due metà da 20 cm e su uno dei due pezzi si determinerà, mediante apposita apparecchiatura, la quantità di zinco per m², che dovrà risultare al minimo come appresso:

- fili di diametro 1.8, 2.0 e 2.2 mm: 2.4 N (0.24 kgf)
- fili di diametro 2.4 e 2.7: 2.6 N (0.26 kgf)
- fili di diametro 3.0 e 3.4 mm: 3.7 N (0.37 kgf)

Se due o più campioni su 10 daranno un risultato inferiore del 10% a tali valori, tutta la partita di gabbioni o di materassi sarà scartata.

Sugli altri mezzi campioni da 20 cm si eseguirà la prova di centratura per immersione in una soluzione di CuSO₄ al 36% in acqua distillata. Essi dovranno resistere alle seguenti immersioni senza che appaiano evidenti tracce di rame:

- fili di diametro 1.8, 2.0, 2.2 e 2.4 mm: i campioni prelevati dalle scatole dovranno resistere a due immersioni, quelli prelevati dalle matasse per cuciture a tre;
- fili di diametro 2.7, 3.0 e 3.4 mm: i campioni prelevati dalle scatole dovranno resistere

a tre immersioni, quelli prelevati dalle matasse per cuciture a quattro.

Se due o più campioni su ogni 10 daranno un risultato inferiore, la partita di gabbioni o di materassi sarà scartata.

La D.L. accerterà altresì il peso complessivo dei gabbioni o dei materassi, mediante pesatura di 10 campioni ogni 100 scatole consegnate in cantiere, verificando la corrispondenza con le dichiarazioni del fornitore; se il peso risulterà inferiore, la partita sarà scartata.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche del pietrame (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla D.L. i certificati di un laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti. Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. verificherà la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove ogni 100 scatole di gabbioni o di materassi. Prima di effettuare le prove di laboratorio le pietre prelevate andranno contate, contrassegnate e misurate in ogni direzione per verificare il rispetto delle dimensioni minime. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

37.7 SISTEMAZIONE FACCIA A VISTA DELLE MANTELLATE

Tale sovrapprezzo compensa, con valutazione a metro quadrato, la sistemazione faccia a vista delle mantellate e comprende tutti gli oneri occorrenti per far assumere al paramento lato fiume l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità; il prezzo comprende altresì la fornitura del terreno vegetale, l'intasamento della mantellata e la semina fino ad attecchimento avvenuto.

37.8 IMBOTTIMENTO A TERGO DI DIFESA E/O RISARCIMENTO SPONDALE O FORMAZIONE DI PISTA O TURE

Con il prezzo si compensa con valutazione al m³ l'imbottimento a tergo di difesa o la formazione di piste o ture in alveo con materiali inerti provenienti dall'alveo o da risagomature di sponde e argini compreso l'onere di scavo, compattazione e profilatura.

37.9 FORNITURA E POSA IN OPERA DI LASTRE IN C.A. A PROTEZIONE DEL PETTO ARGINALE

Il prezzo compensa, con valutazione a metro quadrato di superficie coperta, la fornitura e la posa in opera di lastre in c.a., sia prefabbricate che eseguite in opera, dello spessore minimo di 20 cm e delle dimensioni previste in progetto, realizzate con calcestruzzo avente resistenza caratteristica minima pari a 300 kg/cm² ed armate con rete elettrosaldata del diametro di 5 mm a maglia 10x10 cm.

Il prezzo comprende anche l'onere per la preparazione del piano di posa, per le casserature in legno, per la battitura, l'innaffiamento e la protezione dagli agenti atmosferici, per la realizzazione dei giunti secondo le modalità ed i tipi di progetto, per l'esecuzione delle prove di accettazione e controllo sui materiali previste in capitolato e per ogni altra operazione necessaria per dare l'opera finita e regola d'arte.

ART. II-39 SCOGLIERE, RIVESTIMENTI IN PIETrame, GABBIONATE

39.1 GENERALITÀ

I massi di pietra naturale per gettate, scogliere o rivestimenti devono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento e crinature da gelo.

La Direzione dei lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività, alla salsedine marina, ecc. in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, approvate con R.D. 16 novembre 1938 n° 2231.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso saranno divisi nelle seguenti categorie:

- a) pietrame in pezzatura singola del peso compreso fra kg 5 e kg 50;
- b) massi naturali di 1° categoria del peso singolo compreso fra kg 50 e kg 500;
- c) massi naturali di 2° categoria del peso singolo compreso fra kg 500 e kg 1000;
- d) massi naturali di 3° categoria del peso singolo compreso fra kg 1500 e kg 2500;
- e) massi naturali di 4° categoria del peso singolo compreso fra kg 3000 e kg 5000.

L'appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione dei lavori, e per evitare che i massi abbiano a subire avarie. Le scogliere possono essere, ove necessario, formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabiliti nel progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

Nel caso di scogliera formata da massi "a coltello" con sviluppo prevalente in due dimensioni occorre che ogni singolo masso non presenti fessurazioni o piani di sfaldamento. La scogliera andrà eseguita in modo da evitare piani continui e collocando i massi ad incastro a quote differenti come evidenziato nei disegni esecutivi.

Gli interstizi tra masso e masso verranno saturati con terreno di risulta o terra vegetale per la messa a dimora di talee o con pietrame di piccola pezzatura. Le dimensioni minime di ciascun masso costituente la scogliera a coltello sono fissate in:

- 1,5 m di lunghezza;
- 1,0 m di altezza;
- 0,4 m di spessore.

Sarà cura dell'Impresa realizzare la struttura in modo che non vi siano massi o parti di massi sporgenti in alveo per più di 10 cm rispetto al paramento di progetto.

La protezione al piede della scogliera deve essere eseguita con massi delle dimensioni specificate nei disegni esecutivi.

La pendenza del paramento della scogliera potrà essere adeguata alle condizioni locali delle sponde senza che ciò comporti alcun compenso aggiuntivo per l'Impresa.

Nel caso di scogliera o muratura tradizionale i blocchi di pietrame verranno posti in opera con l'ausilio di un mezzo meccanico munito di adeguata braccio meccanico con benna mordente e che possa spostare e sistemare i blocchi secondo le pendenze e dimensioni di progetto. Ultimata la scogliera a secco si provvederà, ove previsto, ad intasare gli spazi vuoti tra blocco e blocco con malta di dosaggio almeno 500 kg di cemento per mc di inerte. La malta sarà formata dagli stessi materiali specificati per i calcestruzzi (art. II.7).

L'intasamento verrà eseguito versando malta semi-fluida dall'alto in modo da riempire tutti i vuoti evitando che la malta stessa fuoriesca dalla superficie della scogliera anche con l'uso di casseri, dove previsto e computato a parte.

La Direzione Lavori potrà esigere di ripetere l'intasamento nelle parti di scogliera non completamente riempita.

Gli scivoli di corazzamento del fondo alveo dovranno essere eseguiti ponendo in opera, con l'ausilio di un mezzo meccanico, i blocchi secondo le dimensioni e la disposizione indicate nei disegni esecutivi e dalla Direzione Lavori.

Gli scivoli dovranno essere sagomati con un alveo di magra centrale creando piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire la risalita della fauna ittica.

Il pietrame di pezzatura maggiore è collocato su di un letto di pietrisco e geotessuto.

A monte lo scivolo ha struttura ad arco con raggio di curvatura pari a 5/4 della larghezza d'alveo.

A valle la struttura è sostenuta da una soglia in cls.

Prima di iniziare scogliere, muri o scivoli le superfici di contatto saranno regolarizzate asportando tutti i frammenti di materiale fratturato o smosso. In particolare il piano di fondazione sarà opportunamente consolidato (come indicato alle specifiche di cui agli articoli 3 e 6 del presente Capitolato) e posto almeno 100 cm al di sotto del fondo alveo di progetto. Le superfici di appoggio e fondazione della scogliera, muri o scivoli dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio delle opere strutturali.

39.2 OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN MASSI NATURALI O ARTIFICIALI E CORAZZAMENTO FONDO ALVEO

39.2.1 Generalità

Le opere di protezione realizzate in massi sono caratterizzate da una berma di fondazione e da una mantellata di rivestimento della sponda. La berma sarà realizzata in maniera differente a seconda che il corso d'acqua presenti livelli d'acqua permanenti o sia interessato da periodi di asciutta. La mantellata dovrà essere sistemata faccia a vista, intasata con terreno vegetale e opportunamente seminata.

39.2.2 Caratteristiche dei materiali

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

peso volumico: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m^3)

resistenza alla compressione: $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ (500 kgf/cm^2)

coefficiente di usura: $\leq 1.5 \text{ mm}$

coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$

gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto negli elaborati di progetto, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati. Secondo il peso saranno divisi nelle seguenti categorie:

pietrame in pezzatura singola del peso fra kg 0 e kg 100;

massi naturali di 1ª categoria del peso singolo fra kg 100 e kg 800;

massi naturali di 2ª categoria del peso singolo fra kg 800 e kg 2000;

massi naturali di 3ª categoria del peso singolo oltre kg 2000.

I massi artificiali, delle dimensioni definite in progetto, saranno costituiti da prismi cubici o parallelepipedi, realizzati con calcestruzzo avente resistenza caratteristica minima $R'_{bk} \geq 20 \text{ N/mm}^2$ (200 kgf/cm^2). Le casseforme per il confezionamento dei massi devono essere di robustezza tale da non subire deformazioni sotto la spinta del calcestruzzo e devono avere dimensioni interne tali che i massi risultino delle dimensioni prescritte. Le pareti interne delle casseforme dovranno essere preventivamente trattate con opportuni preparati (disarmanti), al fine di evitare distacchi al momento del disarmo. L'Impresa dovrà predisporre casseforme in numero sufficiente per corrispondere adeguatamente alle esigenze di produzione e stagionatura dei massi.

I prismi andranno realizzati su terreno perfettamente spianato e battuto e saranno costruiti in file regolari, rettilinee e parallele fra loro, in modo da costituire una scacchiera, così da renderne facile la numerazione.

Il getto andrà effettuato in un'unica operazione senza interruzioni; il calcestruzzo dovrà essere versato nelle casseforme in strati non superiori a 20 cm di altezza ed ogni strato verrà accuratamente compresso con appositi pestelli ed opportunamente vibrato.

I massi artificiali dovranno rimanere nelle loro casseforme per tutto il tempo necessario ad un conveniente indurimento del calcestruzzo; lo smontaggio delle casseforme non potrà comunque avvenire prima che siano trascorse 12 ore dall'ultimazione del getto. La movimentazione e la messa in opera dei prismi non potrà avvenire prima che siano trascorsi 28 giorni dalla data della loro costruzione e che siano state eseguite le prove di accettazione descritte nel seguito e le operazioni di contabilizzazione.

39.2.3 Modalità esecutive

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare

alcun danno alle sponde. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

Per lavori eseguiti in assenza di acqua, in corsi d'acqua soggetti ad asciutta, oppure, in condizioni di magra, con livelli d'acqua inferiori a 0.50 m, la berma sarà realizzata entro uno scavo di fondazione di forma prossima a quella trapezia.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma o dal fondo nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

Gli scivoli di corazzamento del fondo alveo dovranno essere eseguiti ponendo in opera, con l'ausilio di un mezzo meccanico, i blocchi secondo le dimensioni e la disposizione indicate nei disegni esecutivi e dalla Direzione Lavori.

Gli scivoli dovranno essere sagomati con un alveo di magra centrale creando piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire la risalita della fauna ittica.

Il pietrame di pezzatura maggiore è collocato su di un letto di pietrisco e geotessuto.

A monte lo scivolo ha struttura ad arco con raggio di curvatura pari a $5/4$ della larghezza d'alveo.

Utilizzando massi artificiali, durante la posa, l'Impresa avrà cura di assicurare un adeguato concatenamento fra i vari elementi e dovrà assolutamente evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi che si dovessero rompere durante le operazioni di posa andranno rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

La mantellata andrà realizzata a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate dovranno essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Ciascun elemento dovrà essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti.

Gli elementi costituenti i cigli di banchine saranno accuratamente scelti ed opportunamente lavorati con il martello, al fine di ottenere una esatta profilatura dei cigli.

Dovrà essere particolarmente curata la sistemazione faccia a vista del paramento lato fiume, in modo da fargli assumere l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità.

Se prescritto, le mantellate saranno intasate con terreno vegetale ed opportunamente seminate fino ad attecchimento della coltre erbosa.

39.2.4 Prove di accettazione e controllo

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

Dovrà essere eseguito almeno un controllo di accettazione per ogni cento metri lineari di difesa da realizzare: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno trenta massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato.

Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la tratta sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

Per i massi artificiali le prove di accettazione e controllo saranno eseguite sulla base delle modalità contenute nell'allegato 2 del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 14 febbraio 1992.

In particolare le metodologie di controllo da adottarsi saranno quelle previste per il "TIPO A:"

I risultati delle suddette prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori prima della messa in opera dei massi. Qualora i risultati delle prove fossero negativi, l'intera partita controllata sarà scartata con totale onere a carico dell'Impresa. La presenza di tutte le certificazioni previste nel presente paragrafo risulterà vincolante ai fini della collaudabilità dell'opera.

39.3 OPERE DI PROTEZIONE SPONDALE IN GABBIONI E MATERASSI METALLICI

39.3.1 Generalità

Il gabbione a scatola è un elemento a forma di prisma rettangolare con le pareti costituite da un'armatura di rete metallica fortemente zincata con maglie a doppia torsione, riempito di materiale lapideo di adatta pezzatura. Tutti i bordi, sia del telo principale che delle testate, sono rinforzati con fili di ferro zincato di diametro maggiorato rispetto a quello della rete.

Il materasso metallico si differenzia dal gabbione per la forma, sempre parallelepipedica, ma caratterizzata da notevole ampiezza e piccolo spessore, e per la presenza di tasche tali da formare una struttura cellulare diaframata.

39.3.2 Caratteristiche dei materiali

I gabbioni metallici dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione secondo UNI 8018, tessuta a macchina con trafilato di ferro (UNI 3598) a zincatura forte (Circolare C.S.LL.PP. n.2078/62), di diametro pari a 3.0 mm. La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi di dimensioni non superiori a 10x12 cm, dovrà essere esente da strappi e dovrà avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiore rispetto a quello delle rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Le dimensioni trasversali della scatola costituente i gabbioni (altezza e larghezza) dovranno essere pari a 0.50x1.00 m oppure a 1.00x1.00 m. Per lunghezze della scatola superiori a 1.50 m si dovranno adottare gabbioni muniti di diaframmi e più precisamente: 1 diaframma per scatole di lunghezza pari 2 m, 2 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 3 m e 3 diaframmi per scatole di lunghezza pari a 4 m.

I materassi metallici, realizzati con le modalità e sulla base delle normative già richiamate per i gabbioni, dovranno avere larghezza pari a 2.0 m, spessore pari a 23 cm o 30 cm e lunghezze di 4, 5 o 6 m; il numero di tasche dovrà essere pari ai metri di lunghezza. Il diametro del filo di ferro, sempre a forte zincatura, sarà pari 2.2 mm e la dimensione delle maglie, sempre a doppia torsione, pari a 6x8 cm.

Il materiale di riempimento dei gabbioni sarà costituito da pietrame di cava spaccato o da ciottolame di fiume preferibilmente di forma appiattita; in ogni caso le facce esterne dovranno essere eseguite con pietrame di cava di forma parallelepipedica e squadrata, così da risultare sistemate come un muro a secco, ben scagliato in modo da non lasciare vuoti. Il nucleo interno potrà eventualmente essere realizzato con ciottoli di fiume. Le dimensioni del pietrame e dei ciottoli non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 15 cm.

Per quanto riguarda i materassi metallici le dimensioni del materiale di riempimento non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 10 cm.

Il pietrame di riempimento dovrà corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovrà inoltre essere esente da giunti, fratture e piani di sfalsamento; dovrà essere non gelivo e rispettare i seguenti limiti:

peso volumico: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$ (2400 kgf/m^3)

resistenza alla compressione: $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ (500 kgf/cm^2)

coefficiente di usura: $\leq 1.5 \text{ mm}$

coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$

gelività: il materiale deve risultare non gelivo.

39.3.3 Modalità esecutive

L'armatura metallica dei gabbioni o dei materassi dovrà essere aperta e distesa sul suolo, nel luogo di impiego ma, se possibile, fuori opera; verranno raddrizzate le pareti e le testate e verranno quindi effettuate le cuciture dei quattro spigoli verticali, con l'apposito filo, in modo da formare la scatola. Le cuciture saranno eseguite in modo continuo, passando il filo in tutte le maglie con un doppio giro ogni due maglie e prendendo, in tale operazione, i due fili di bordatura che si vengono a trovare a contatto.

Predisposto fuori opera un certo numero di gabbioni o dei materassi, ognuno già cucito nella sua forma di scatola, si porrà in opera un gruppo di elementi pronti, disponendoli secondo la sagoma prevista e, prima di effettuare il riempimento, collegandoli fra loro con solide cuciture lungo gli spigoli a contatto, da eseguirsi nello stesso modo indicato per la formazione delle scatole. Man mano che si aggiungono nuovi gruppi di gabbioni o materassi, si dovrà provvedere a che questi siano strettamente collegati con quelli già in opera: quanto detto vale anche tra i vari strati dei gabbioni in elevazione.

Il materiale di riempimento dovrà essere opportunamente sistemato nell'interno della scatola metallica in modo da ottenere sempre il minimo indice dei vuoti e con le indicazioni riportate nel paragrafo precedente; si dovrà in ogni caso porre la massima attenzione, durante la posa, per evitare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.

Durante il riempimento dei gabbioni si dovrà disporre nell'interno della scatola un certo numero di tiranti aventi al funzione di rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura metallica ed evitare, in caso di deformazione dell'opera o durante la fase di riempimento, un eccessivo sfiancamento delle scatole. I tiranti, orizzontali, saranno costituiti da pezzi di filo di ferro zincato, dello stesso tipo di quello usato per le cuciture, e verranno agganciati all'armatura metallica con una legatura abbracciante una maglia; i tiranti saranno messi in opera in senso trasversale alla scatola per agganciare le pareti opposte, o ad angolo fra due pareti adiacenti. Mediamente si dovranno mettere in opera da 4 a 6 tiranti per ogni m^3 di gabbionata se gli elementi sono alti 1 m, da 2 a 4 tiranti per ogni m^3 di gabbionata se gli elementi sono alti 0.5 m.

Ultimate le operazioni di riempimento, si procederà alla chiusura del gabbione o del materasso, abbassando il coperchio ed effettuando le dovute cuciture lungo i suoi bordi.

A causa di particolari condizioni locali, potrà risultare necessario, per l'esecuzione del lavoro, provvedere alla messa in opera dei gabbioni o dei materassi già predisposti, riempiti e cuciti. In questi casi, l'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori le modalità esecutive di posa che intenderà adottare, con l'indicazione dei macchinari e del numero di agganci che prevede di utilizzare.

Man mano che si poseranno i gabbioni o i materassi, si dovrà procedere al collegamento con gli elementi già in opera.

39.3.4 Prove di accettazione e controllo

I gabbioni ed i materassi metallici dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL. PP. n° 2078 del 27 agosto 1962.

Prima della messa in opera degli elementi e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori il certificato di collaudo a garanzia della Ditta che ha fabbricato i gabbioni o i materassi, redatto a norma della circolare sopra citata. La Direzione Lavori dovrà eseguire gli ulteriori accertamenti descritti nel seguito, le cui spese restano sempre a carico dell'Impresa.

Procederà dapprima alla ricognizione dei gabbioni o dei materassi per controllare che nei punti di torsione lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature che ne consentano il distacco con il grattamento: se l'inconveniente si ripeterà per il 10% dei casi esaminati la partita sarà da scartare.

La D.L. preleverà inoltre dei campioni di filo da 40 cm dalle scatole metalliche (un filo ogni 100 pezzi) e dalle matasse di filo per cucire (un campione ogni 10 matasse). Ogni campione prelevato sarà diviso in due metà da 20 cm e su uno dei due pezzi si determinerà, mediante apposita apparecchiatura, la quantità di zinco per m^2 , che dovrà risultare al minimo come appresso:

- fili di diametro 1.8, 2.0 e 2.2 mm: 2.4 N (0.24 kgf)
- fili di diametro 2.4 e 2.7: 2.6 N (0.26 kgf)
- fili di diametro 3.0 e 3.4 mm: 3.7 N (0.37 kgf)

Se due o più campioni su 10 daranno un risultato inferiore del 10% a tali valori, tutta la partita

di gabbioni o di materassi sarà scartata.

Sugli altri mezzi campioni da 20 cm si eseguirà la prova di centratura per immersione in una soluzione di CuSO_4 al 36% in acqua distillata. Essi dovranno resistere alle seguenti immersioni senza che appaiano evidenti tracce di rame:

- fili di diametro 1.8, 2.0, 2.2 e 2.4 mm: i campioni prelevati dalle scatole dovranno resistere a due immersioni, quelli prelevati dalle matasse per cuciture a tre;
- fili di diametro 2.7, 3.0 e 3.4 mm: i campioni prelevati dalle scatole dovranno resistere a tre immersioni, quelli prelevati dalle matasse per cuciture a quattro.

Se due o più campioni su ogni 10 daranno un risultato inferiore, la partita di gabbioni o di materassi sarà scartata.

La D.L. accerterà altresì il peso complessivo dei gabbioni o dei materassi, mediante pesatura di 10 campioni ogni 100 scatole consegnate in cantiere, verificando la corrispondenza con le dichiarazioni del fornitore; se il peso risulterà inferiore, la partita sarà scartata.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche del pietrame (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla D.L. i certificati di un laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti. Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. verificherà la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove ogni 100 scatole di gabbioni o di materassi. Prima di effettuare le prove di laboratorio le pietre prelevate andranno contate, contrassegnate e misurate in ogni direzione per verificare il rispetto delle dimensioni minime. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

39.4 SISTEMAZIONE FACCIA A VISTA DELLE MANTELLATE

Tale sovrapprezzo compensa, con valutazione a metro quadrato, la sistemazione faccia a vista delle mantellate e comprende tutti gli oneri occorrenti per far assumere al paramento lato fiume l'aspetto di un mosaico grezzo, con assenza di grandi vuoti o soluzioni di continuità; il prezzo comprende altresì la fornitura del terreno vegetale, l'intasamento della mantellata e la semina fino ad attecchimento avvenuto.

39.5 IMBOTTIMENTO A TERGO DI DIFESA E/O RISARCIMENTO SPONDALE O FORMAZIONE DI PISTA O TURE

Con il prezzo si compensa con valutazione al m^3 l'imbottimento a tergo di difesa o la formazione di piste o ture in alveo con materiali inerti provenienti dall'alveo o da risagomature di sponde e argini compreso l'onere di scavo, compattazione e profilatura.

39.6 FORNITURA E POSA IN OPERA DI LASTRE IN C.A. A PROTEZIONE DEL PETTO ARGINALE

Il prezzo compensa, con valutazione a metro quadrato di superficie coperta, la fornitura e la posa in opera di lastre in c.a., sia prefabbricate che eseguite in opera, dello spessore minimo di 20 cm e delle dimensioni previste in progetto, realizzate con calcestruzzo avente resistenza caratteristica minima pari a 300 kg/cm^2 ed armate con rete elettrosaldata del diametro di 5 mm a maglia 10x10 cm.

Il prezzo comprende anche l'onere per la preparazione del piano di posa, per le casserature in legno, per la battitura, l'innaffiamento e la protezione dagli agenti atmosferici, per la realizzazione dei giunti secondo le modalità ed i tipi di progetto, per l'esecuzione delle prove di accettazione e controllo sui materiali previste in capitolato e per ogni altra operazione necessaria per dare l'opera finita e regola d'arte.

39.7 RACCORDI A STRUTTURE IN C.A.

Tali opere di raccordo verranno realizzate mediante l'utilizzo di massi di pietra naturale eventualmente recuperati dalla pulizia d'alveo ed ammorsati nel calcestruzzo, in modo da formare una superficie continua di collegamento tra i parametri della scogliera, del muro e argine di progetto. Nel prezzo si intendono compensati tutti gli oneri secondo i disegni di progetto e/o in base alle indicazioni della Direzione Lavori.

39.8 MURETTI A SECCO

Con il prezzo viene compensata, con valutaione al mc, la formazione di muretti di pietrame a secco disposti a formare piste di cantiere o di manutenzione. Il materiale da utilizzare è pietrame prelevato sul posto e squadrato di pezzatura variabile da 50 a 500 kg. Il prezzo compensa il reperimento, la squadratura e la posa a mano del pietrame in modo da formare un muro di sostegno per la pista. I singoli blocchi devono essere disposti accuratamente in modo da evitare la presenza di vuoti che verranno saturati con materiale di risulta degli scavi. Il prezzo compensa ogni altro onere derivante dal fornire l'opera compiuta a perfetta regola d'arte nelle dimensioni indicate nei disegni esecutivi.

39.9 ACCIOTTOLATIE SELCIATI

39.9.1 Caratteristiche dei materiali

I ciottoli saranno disposti su di un letto malta idraulica dello spessore di 10 cm.

I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto fra di loro, con la faccia più piana rivolta superiormente, avvertendo di metterli a contatto.

A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

E' prevista prima della lavorazione la campionatura dei materiali necessari da porre in opera che dovranno essere sottoposti alla D.L. per accettazione.

39.9.2 Modalità esecutive

Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di malta idraulica dell'altezza di 10 cm e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo di avere stabilito le guide occorrenti.

Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di malta asciutta dell'altezza di 3 cm e quindi verrà proceduto alla battitura con mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti.

Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connessure.

Per assicurare poi meglio il riempimento delle connessure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido.

Art. II-44 MACCHINARI IDRAULICI IN GENERE

44.1 GENERALITÀ

La costruzione dei motori dovrà essere quella normalizzata con grado di protezione IP 55.

La fornitura descritta sarà rispondente alle vigenti norme C.E.I. ed I.S.P.E.L. per quanto riguarda la parte elettrica, ed alle vigenti norme UNI – ISO per quanto riguarda la parte idraulica.

Collaudo, tolleranze e prove

- Motori, trasformatori, alternatori e quadri: secondo norme CEI-IEC

- Pompe: secondo ISO 2548

- Valvolame, casse d'aria e tubazioni: secondo le norme UNI

Tutte le prove presenziate consisteranno nella verifica di dati funzionali e di garanzia secondo i seguenti standard:

per le prove di portata, prevalenza e assorbimenti secondo le norme ISO 2548 utilizzando come motrice il suo motore elettrico;

per le valvole prove dimensionali e di pressatura secondo le norme UNI.

44.2 POMPE AD ASSE ORIZZONTALE

Ogni pompa avrà le seguenti caratteristiche:

Pompa centrifuga ad asse orizzontale con supporto a sedia, corpo a spirale a chiocciola con piedi appoggio ricavati da fusione, bocca aspirante assiale e bocca premente radiale flangiata: Girante radiale monoaspirante montata a sbalzo sull'albero; tenuta a premistoppa, sopportazione della spinta assiale e radiale mediante cuscinetti a sfere a gole profonde sistemati nel supporto a sedia;

Costruzione:

Corpo e supporto in ghisa di prima fusione

Girante in ghisa

Albero in acciaio di qualità incamiciato con bussole di ghisa

Tenuta in corrispondenza dei passaggi d'albero a premistoppa, in ghisa lubrificati ad acqua

Bussola sull'albero in corrispondenza dei passaggi d'albero a premistoppa, in ghisa lubrificati ad acqua.

Cuscinetti a sfere lubrificati a grasso largamente dimensionati per sopportare la spinta assiale, guidare l'albero e sostenere le parti rotanti.

Alloggiamenti dei cuscinetti protetto per evitare eventuali infiltrazioni dell'acqua

Accoppiamento mediante giunto semielastico con coprigiunto e unico basamento in profilati d'acciaio al motore più avanti descritto.

- Liquido da sollevare : H₂O pulita = Ps 1

- Rendimento minimo : 78 %

- Tolleranze : ISO 2548

Motore asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo esecuzione chiusa autoventilato. Pacco lamiere dello statore eseguito con lamierino magnetico a cristalli orientati a basse perdite.

Avvolgimenti statorici in filo o piatto di rame isolati in resina ed essiccati al forno.

Gabbia rotorica in alluminio pressofuso.

Scatola morsettiera situata sopra la carcassa orientabile a 90° nelle quattro direzioni ed equipaggiata di pressocavo plastico. Cuscinetti a sfere montati con molla di precario per compensare il gioco assiale.

Costruzione

- Carcassa : in alluminio/ghisa a seconda delle grandezze

- Albero : in acciaio di qualità XC 38
- Supporti : in ghisa
- Avvolgimenti : in rame
- Cuscinetti : a sfere lubrificati a grasso

44.3 POMPE AD ASSE ORIZZONTALE MULTICELLULARE

Pompa centrifuga ad asse orizzontale multicellulare ossia più giranti in serie, con corpo aspirante, corpo premente, corpi intermedi e diffusori ricavati da fusione e tenuti insieme da robusti tiranti all'esterno dei corpi, bocca aspirante orientabile di 90°, bocca premente rivolta verso l'alto.

In corrispondenza del corpo aspirante e premente sono fissati i supporti ricavati da fusione che contengono i cuscinetti a rotolamento, lubrificati a grasso, a sfere a gole profonde per la sopportazione della spinta assiale e radiale.

La tenuta è garantita dai premistoppa fissati tra i supporti ed i corpi pompa aspirante e premente.

Costruzione

Corpo premente/ aspirante, intermedi, supporti e giranti in ghisa

Albero in acciaio di qualità incamiciato con bussole di ghisa in corrispondenza delle giranti e dei premistoppa.

Tenuta in corrispondenza dei passaggi d'albero a premistoppa in ghisa lubrificati ad acqua.

Bussole sull'albero in corrispondenza della treccia per la uniforme distribuzione dell'acqua di lubrificazione

Cuscinetto a sfere lubrificato a grasso largamente dimensionato per sopportare la spinta assiale, guidare l'albero e sostenere le parti rotanti.

Alloggiamenti dei cuscinetti protetti per evitare eventuali infiltrazioni dell'acqua.

Accoppiamento mediante giunto semielastico con coprigiunto e unico basamento in profilati d'acciaio al motore come già descritto.

44.4 TUBAZIONI ED ACCESSORI PER POMPE

Tubazioni, curve, diffusori, pezzi speciali, realizzati in lamiera di acciaio tipo Fe 36 UNI 6363, elettrosaldati e conformati come da disegno allegato ovvero in acciaio inox AISI 304.

Le curve saranno tutte stampate.

Il trattamento protettivo consisterà nella zincatura a bagno con successiva applicazione sul posto di una mano di verniciatura con colori a scelta della D.L.

- 3,6 mm per DN 100 - 150
- 4,5 mm per DN 200 - 300
- 5,4 mm per DN 350 - 450
- 6 mm per DN 500 - 700

Accessori:

- Flange forate e dimensionate a tabelle UNI con PN adeguato alla pressione d'esercizio.
- Guarnizioni in gomma telata.
- Bulloni
- Bulloni di fondazione in ferro piatto per fissaggio delle pompe sulla soletta di appoggio.
- Staffe ed ammarri delle tubazioni e valvole ai blocchi di cemento.
- Tubazioni di acciaio zincato per la raccolta ed il convogliamento delle acque dei premistoppa delle pompe al pozzetto di drenaggio.

44.5 TUBAZIONI ED ACCESSORI PER POMPE

Elettropompa sommersa per pozzo profondo per acqua pulita, tipo elicocentrifugo con giranti semiassiali, costruzione modulare a più elementi in serie assiemati mediante viti prigioniere.

Corpi e giranti ricavati da prima fusione. Albero ad alta resistenza supportato alle estremità da cuscinetti protetti da introduzione di sabbia; corpi intermedi con cuscinetto in gomma speciale resistente all'abrasione, griglia d'aspirazione in corrispondenza della camera aspirante.

L'accoppiamento al motore è ottenuto con giunto rigido con posizionamento regolabile. Il motore è del tipo asincrono trifase con rotore in corto circuito e con avvolgimento di statore in filo di rame ricoperto da guaina in materiale idrorepellente adatto per funzionamento in bagno d'acqua.

Albero protetto da bussole d'usura e supportato da bronzine lubrificate ad acqua.

Nella parte inferiore del motore è collocato il cuscinetto reggispira a pattini oscillanti.

Costruzione:

Corpo aspirante, premente, intermedi, valvola di ritegno, scatole supporti e giranti in ghisa.

Albero in acciaio AISI 420.

Griglia d'aspirazione in acciaio inox.

Cavo elettrico sommergibile di sezione adeguata.

Dispositivo contro il funzionamento a secco di tipo a scheda stampata sonde complete di cavo sommergibile.

Accessori:

- dispositivo contro il funzionamento a secco completo di di cavo
- cavo di alimentazione EPR H07BB-F con sezione minima $4 \times 10 \text{ mm}^2$

44.6 ELETTROPOMPE CENTRIFUGHE SOMMERGIBILI

L'insieme motore-pompa deve costituire un'unica unità compatta in grado di operare completamente sommersa nel liquido circostante. La tenuta del motore sommergibile è garantita da apposite tenute meccaniche sull'albero. Il motore deve inoltre essere dotato di un sistema di raffreddamento tale da non richiedere ulteriori provvedimenti per garantire la manutenzione di basse temperature di esercizio per periodi lunghi di funzionamento. L'aspirazione delle pompe deve essere assiale in modo da favorire il flusso del liquido e le caratteristiche delle giranti devono garantire il buon rendimento della pompa in funzione della portata da sollevare.

Le unità sommergibili sono costruite di preferenza utilizzando lo stesso materiale sia per i motori che per le pompe.

44.6.1 Motore

Il motore deve avere le seguenti caratteristiche:

- tipo: motore elettrico trifase asincrono, rotore a gabbia;
- raffreddamento: diretto dal liquido circostante attraverso alette di raffreddamento collocate intorno all'alloggio statore;
- tenuta: gommini di tenuta sull'entrata del cavo o dei cavi elettrici, tenute meccaniche ruotanti in bagno d'olio nell'albero per isolare il motore dalla parte idraulica e tenute esterne con sistemi di molle;
- materiale: ghisa grigia dotata se necessario di protezione catodica ed eventualmente protetta contro la corrosione passiva mediante rivestimenti appropriati.

Altri materiali potranno essere adottati a seconda del tipo di fluido da sollevare.

44.6.2 Pompa

La pompa deve avere le seguenti caratteristiche:

- tipo: pompa sommergibile centrifuga ad aspirazione assiale;
- giranti: radiali multiple o a canale;
- materiali: ghisa grigia con eventuale protezione catodica e rivestimento anticorrosivo o altro materiale idoneo.

L'elettropompa del tipo sommergibile dovrà avere il motore elettrico alloggiato in vano a tenuta stagna in ghisa, collegato mediante un albero di lunghezza ridotta ad una girante a canali situata in voluta anch'essa in ghisa.

Speciali tenute meccaniche dovranno impedire che il fluido pompato venga a contatto con le parti elettriche e meccaniche interne della pompa.

Le tenute idrauliche sull'albero dovranno essere del tipo meccanico doppio, costituite da anelli in carburo di tungsteno accuratamente lappate fra loro e continuamente lubrificate da una interposta camera d'olio.

I cuscinetti dovranno essere preingrassati con lubrificante Long- Life.

La girante in ghisa del tipo a canali (pass. non inf. a 102 mm.) dovrà essere munita di un profilo speciale per consentire massima velocità e flusso e dovrà essere equilibrata staticamente e dinamicamente.

Tutta la bulloneria all'esterno della elettropompa dovrà essere in acciaio inossidabile.

Il motore dovrà essere asincrono trifase, con rotore in corto circuito, isolamento in classe F, grado di protezione IP68 idoneo per l'installazione sommersa. Il raffreddamento del motore dovrà avvenire tramite una camicia interna nella quale circolerà il liquido pompato.

Ogni elettropompa dovrà essere fornita completa di unità elettronica di rilevazione anomalie (infiltrazione nello statore, alta temperatura nello statore, alta temperatura nel cuscinetto inferiore).

Per gli interventi di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, la sostituzione dell'elettropompa dovrà essere possibile anche a vasca piena (e senza necessità alcuna di entrare nel pozzetto), effettuando un semplice sollevamento del gruppo elettropompa.

Ogni elettropompa dovrà essere completa di:

- piede accoppiamento automatico completa di curva flangiata UNI PN 10 DN 200;
- catena in acciaio zincato;
- cavo elettrico sommergibile di potenza ed ausiliario metri 10.

44.6.3 Installazione

Le pompe sono fisse nel pozzetto di carico e devono essere installate con tubi guida piede di accoppiamento alla tubazione di mandata sul fondo del pozzetto. Per facilitare le operazioni di installazione e la rimozione della pompa sommersa, essa può essere calata o sollevata mediante una staffa che scorre lungo i tubi guida, dal livello del piano campagna fino al piede di accoppiamento installato sul fondo del pozzetto.

44.6.4 Certificati di collaudo

Le pompe devono essere accompagnate da certificato di collaudo per le prestazioni delle pompe stesse in base alle norme 1502548, categoria C, appendice B ed eventuale certificato di analisi dei materiali impiegati.

44.7 COSTRUZIONE DI UN IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DOTATO DI DISPOSITIVO INVERTER

L'impianto di sollevamento di acqua potabile, è di norma costituito come segue:

A - un certo numero di gruppi di elettropompe (motore + pompa) che si distinguono in "pompe principali" e "pompe base". Le prime in numero sufficiente a compiere completamente il servizio di sollevamento vero e proprio, e di norma comprendenti almeno un gruppo elettropompa con funzione di "riserva".

Quando sia previsto l'impiego di un dispositivo INVERTER a transistori a tensione impressa e modulazione sinusoidale (P.W.M.) in grado di variare la velocità dei motori, e quindi la portata delle pompe, graduandola nei periodi transitori di avviamento e di arresto, e adeguandola anche in funzione delle richieste di rete (pressione), nonché quando la potenza dei singoli gruppi motore-pompa non sia trascurabile, è necessario anche prevedere almeno due "pompe base" (una di riserva) con portata circa metà di quella delle "pompe principali" aventi lo scopo di gestire con migliore efficacia le variazioni della fascia più bassa della portata della "pompa principale" in corso di avviamento o di fermata o di regolazione.

E' prevista talora la fornitura e posa di pompe sommergibili per acque cariche con lo scopo di eseguire gli aggotamenti.

Di norma le "pompe principali" e le "pompe base", sono di tipo centrifugo ad asse orizzontale o verticale, posate su adatti supporti, costituite secondo le norme UNI-EUROPUMP e rispondenti alle prescrizioni ISPEL.

I motori elettrici sono di norma asincroni a corrente trifase costruiti a norme CEI-IEC e rispondenti alle prescrizioni ISPEL.

E' previsto che la Direzione Lavori autorizzi eventuali varianti purchè siano state sottoposte per tempo al suo esame.

B - Valvolame, tubazioni e pezzi speciali

1 - Ciascun gruppo elettropompa è munito di due saracinesche a cuneo gommate (o di valvola a farfalla a doppia flangia con riduttore, se il diametro supera i 300 mm) inserite rispettivamente sul tubo di aspirazione e su quello di mandata, e di una valvola di ritegno a "a profilo venturimetrico" (tipo Hydrostop) sulla mandata. Hanno una sola saracinesca le pompe sommergibili di aggettamento che mancano di tubo di aspirazione. Per queste la valvola di ritegno può essere del tipo a palla. La gomma costituente le guarnizioni, i cunei gommati a guida indipendente, e tutte le membrane a contatto con l'acqua deve essere di qualità rispondente alle prescrizioni della circolare n° 102/78 del Ministero della Sanità e delle successive modificazioni e completamenti ad essa apportate, o se equivalenti, alle prescrizioni vigenti in ambito CEE.

Ogni saracinesca o gruppo formato da saracinesca e valvola di ritegno è accompagnato da giunto di smontaggio con attacchi flangiati riconosciuto idoneo dalla D.L. Tutto il valvolame è corrispondente alle descrizioni di capitolato.

2 - Ove non richiesto diversamente, le tubazioni, curve, diffusori, pezzi speciali sono realizzati in lamiera Fe 36 UNI 6363 elettrosaldata. Le curve fino al diametro 300 mm sono stampate. Gli spessori sono quelli compatibili con le sovrappressioni di colpo d'ariete. Tutti i pezzi sono protetti esternamente con tre mani di vernici poliviniliche applicate previa energica spazzolatura. I prezzi di elenco per i pezzi speciali coprono la fornitura di tutti gli accessori, e segnatamente:

- flange forate con dimensioni secondo UNI compatibili con le sovrappressioni di colpo d'ariete previste;
- guarnizioni di gomma telata compatibile per l'acqua potabile secondo la circ. 102/78 Min. Sanità come sopra;
- bulloni completi di dadi;
- bulloni per il fissaggio delle pompe al basamento di appoggio;
- staffe e ammarri delle tubazioni e valvole ai blocchi di cemento.

Per l'impianto di sollevamento sono da prevedere i collettori di aspirazione per le singole pompe e per l'intera batteria di pompe "principali" ed eventualmente "di base". Se l'impianto di sollevamento è annesso ad un serbatoio sono da prevedere in particolare:

- il collettore di aspirazione che preleva l'acqua dalle singole vasche costituenti il serbatoio per mezzo di diramazioni dello stesso diametro con, all'interno del serbatoio, succheruola di acciaio INOX AISI-304, dimensionata in modo che la superficie complessiva dei fori sia almeno pari a 1,5 volte la sezione della tubazione alla quale sono applicate. Ogni tubazione di presa dalle vasche è provvista di saracinesca o valvola a farfalla con due flange. Il collettore di aspirazione è munito di diramazione con adatta saracinesca per il suo spurgo;
- il collettore di mandata che collega le mandate delle singole elettropompe e che si sviluppa possibilmente all'interno del locale pompe per un tratto sufficiente all'inserimento di un misuratore di portata (Venturi, magnetico, ad ultrasuoni). Il misuratore deve essere preceduto da un tratto rettilineo lungo almeno 15 diametri dopo l'ultima curva in uscita dalle pompe, e seguito da un ulteriore tratto rettilineo lungo almeno 7 diametri. Il collettore di mandata è provvisto di adatta saracinesca (o valvola a farfalla con due flange) posta dopo l'ultima pompa, ed è provvisto inoltre di diramazione con saracinesca per lo spurgo;
- per ogni elettropompa le tubazioni (Ø 100) per il convogliamento delle acque dei premistoppa verso il cunicolo di raccolta nonchè un manometro sistema Bourdon Ø 130 completo di rubinetto di esclusione a tre vie e flangetta di attacco per un manometro campione.

C - Dispositivo attenuatore dei colpi d'ariete per il caso di improvvisa mancanza della corrente elettrica

E' previsto con la capacità risultante dal progetto e corrisponde alla descrizione di cui al punto 20.2.9 del presente capitolato.

D - Dispositivi di sicurezza

L'impianto è dotato di tutti gli accorgimenti e dispositivi atti alla salvaguardia dell'integrità del personale e della sicurezza dell'esercizio:

- tutte le parti metalliche non in tensione sono collegate alla rete di terra eseguita in rispondenza alle norme CEE ed ISPESL;
- le apparecchiature elettriche di B.T. sono protette da opportuni schermi o reti al fine di evitare contatti accidentali;
- le parti in movimento (alberi delle pompe) sono protette da schermo protettivo al fine di non consentire il contatto accidentale con l'operatore;
- i trasformatori sono protetti da relè bucholtz e termometri con contatti elettrici onde evitare il sovraccarico prolungato che potrebbe comprometterne la durata;
- per la protezione dei motori elettrici e dei trasformatori contro i cortocircuiti sono previsti relè magnetici sugli interruttori automatici e le valvole ad alto potere di interruzione;
- contro il funzionamento a secco delle pompe è previsto nel collettore di aspirazione delle pompe un manovutometro con contatti elettrici in grado di intervenire in caso di eccessivo abbassamento della pressione;

E - Impianto di ventilazione nella sala pompe

Per l'aerazione della sala pompe sono da installare almeno n° 2 elettroventilatori assiali a corpo cilindrico con girante calettata su albero proprio sostenuta da due cuscinetti a rotolamento.

L'impianto di ventilazione è completata dai seguenti accessori:

- termostato;
- apparecchiatura di arresto ed avviamento automatico dei ventilatori;
- dispositivo per azionamento allarme in caso di mancato funzionamento dei ventilatori;
- dispositivo di arresto elettropompe in caso di temperatura superiore a 40 gradi centigradi.

F - Quadro di comando e controllo B.T.

Il quadro B.T. corrisponde alla descrizione di cui ai punti 21.2.3 - 21.4 completo e 21.5 completo.

Esso comprende in particolare le seguenti sezioni:

- arrivo linee dai trasformatori principali;
- servizi ausiliari (arrivo linea, elettro compressori, elettro ventilatori compresi anche quelli di aerazione interna delle vasche; alimentazione pannello idraulico, prese di F.M., impianti di illuminazione della sala pompe e dell'interno vasche);
- avviamento, protezione e comando elettropompe principali, con trasformatore di corrente in aria e contatore a 5 cifre, con (eventuale) convertitore trifase a frequenza variabile tipo PWM, completamente digitale a modulazione asincroma;
- avviamento, comando, controllo e regolazione dei giri delle (eventuali) elettropompe di base, con (eventuale) convertitore trifase a frequenza variabile tipo PWM completamente digitale a modulazione asincroma;

Gli eventuali convertitori (INVERTER) sono costituiti da:

- modulo d'ingresso con sezionatore e fusibili;
- modulo contatore;
- modulo raddrizzatore mediante ponte trifase a diodi;
- reattanza di livellamento in corrente continua;
- batteria di condensatori per filtraggio corrente continua e per erogare la potenza reattiva al motore;
- modulo inverter a transistor di potenza;
- modulo di regolazione a microprocessore;

- pannello operatore con display a L.E.D. e tasti a membrana che, collegato al microprocessore, esegue le seguenti funzioni:
- taratura di tutti i parametri alla messa in servizio direttamente da tastiera del pannello (senza uso di altri attrezzi o strumenti);
- costruzione dello schema con l'allacciamento di unità I/O supplementari;
- indicazione dei parametri base quali velocità corrente, tensione, con visualizzazione numerica;
- indicazione guasti fino a ca. 26 segnali con memoria dei 6 ultimi guasti;
- possibilità di visualizzazione dei segnali interni e dei parametri di taratura con indicazione digitale.

La tecnica costruttiva dei convertitori previsti consente di ottenere:

- il controllo della velocità con precisione superiore al $\pm 0,01\%$ in frequenza riferita alla frequenza max;
- un fattore di potenza circa 1 alla massima velocità;
- un rendimento del convertitore superiore al 98%;
- la generazione di un elevato numero di impulsi, specialmente alle basse frequenze, che permette di eliminare le pulsazioni di coppia, presenti in tutti gli altri sistemi non PWM, sia a tensione che a corrente impressa.

Per ciascun avviatore sul fronte della portina sono montati:

- n° 1 contatore di funzionamento;
- n° 1 commutatore di fermo-manuale-automatico, lampade di segnalazione.

Il quadro comprende inoltre il dispositivo di automazione delle pompe principali del tipo a microprocessore composto da un pannello con soft-ware modulare in modo da permettere un rapido adeguamento alle caratteristiche dell'impianto, in grado di realizzare le seguenti funzioni:

- predisposto per funzionamento con soglie di avviamento e di arresto, programmabili da tastiera e da soglie esterne;
- possibilità di programmare allarmi e blocchi sui segnali analogici di ingresso;
- contatti in uscita ON-OFF per comando dei teleavviatori delle pompe e per segnalazione di allarme;
- scheda ingressi digitali optoisolati con funzione di consenso di avviamento delle pompe e blocco generale del sistema;
- tastiera di programmazione a 32 tasti con display numerico di colloquio con l'operatore per la regolazione dei set di intervento delle pompe; oppure contraves a relè di tensione con tastiera;
- ponticelli di programmazione per la personalizzazione di funzionamento, portata o livello, numero di pompe ecc;
- sequenze di avviamento delle pompe automaticamente commutate in modo da ridurre il numero di avviamenti e degli arresti e di realizzare un uniforme uso delle macchine.

Detta apparecchiatura è in grado di effettuare le seguenti sequenze automatiche delle pompe principali:

- sostituzione di 1 pompa chiamata in servizio e risultata non funzionante con quella di riserva, o con quella successiva accompagnata da segnalazione di allarme;
- temporizzazioni di ritardo all'avviamento e all'arresto;
- scavalco di macchina guasta;
- temporizzazione tra 2 avviamenti successivi della stessa pompa (per eventuale mancanza di tensione all'impianto);
- riavviamento in sequenza e temporizzato dopo un arresto per mancata tensione;
- arresto non simultaneo e temporizzato in caso di intervento dispositivo di sicurezza (minimo livello/pressione in aspirazione, massima portata/minima pressione in mandata);
- possibilità di comando (avviamento ed arresto) di pompe tramite manovra manuale svincolabile dall'automatismo, oppure tramite commutatori.

L'apparecchiatura gestisce inoltre il funzionamento automatico e la regolazione della velocità delle due (eventuali) pompe base come segue:

- inserimento automatico della pompa di riserva in caso di mancato avviamento della pompa chiamata;
- rotazione automatica delle due pompe;

- regolazione dei giri in più o in meno in base al valore della pressione misurato in cassa d'aria rispetto ad un valore di riferimento prefissato;
- arresto della pompa funzionante al raggiungimento di un massimo valore di pressione prefissato in cassa d'aria dopo aver raggiunto la velocità minima stabilita;
- avviamento ai minimi giri della pompa al raggiungimento di un valore minimo di pressione nella cassa d'aria.

LE PROVE DI COLLAUDO DEI DISPOSITIVI INVERTER DEBBONO CONSISTERE IN:

- UNA PROVA FUNZIONALE A PIENO CARICO PRESSO IL COSTRUTTORE DELLE APPARECCHIATURE DI INVERTER;
- UNA PROVA FUNZIONALE A PIENO CARICO SUL LUOGO DI IMPIEGO, PRESENTE IL COSTRUTTORE DELLE APPARECCHIATURE DI INVERTER.

Il quadro comprende inoltre una sezione idraulica costituita come segue:

- n° 1 scomparto strutturalmente identico ai precedenti e collegabile agli stessi in modo da poter formare un corpo unico recante montate e connesse le seguenti apparecchiature:
 - n° 1 totalizzatore di portata a led;
 - n° 1 indicatore + registratore di portata;
 - n° 1 apparecchiature di automazione a logica programmabile già descritta;
 - n° 1 complesso di relè vani di interfacciamento;
 - n° 1 complesso di accessori di completamento quali:
 - morsetti;
 - capicorda;
 - morsettiera;
 - trasformatore ausiliario;
 - valvole ausiliarie, ecc.

E' prescritta la predisposizione alla teletrasmissione. Questa sezione raccoglie in apposita morsettiera dedicata tutti i contatti e le misure dei principali stadi, allarmi, comandi e misure dell'impianto provenienti dai relè optoisolati e dai convertitori di misura montati nelle altre sezioni del quadro o in campo.

Rifasamento della corrente. L'intero impianto utilizzatore è completato da un sistema di rifasamento della corrente come descritto in capitolato al punto 21.2.4.

G - Carro ponte elettrico (grù a ponte)

Per la movimentazione dei macchinari e delle apparecchiature elettroidrauliche, la costruzione di un impianto di sollevamento comporta talora la necessità di prevedere l'installazione di una gru a ponte elettrica (carro ponte).

Questa ha le caratteristiche specificate in elenco prezzi relativamente a:

- luce utile (scartamento) in metri;
- portata in kg;
- lunghezza delle vie di corsa;
- alzata in m;
- velocità di sollevamento (non meno di 4 m/min');)
- velocità di traslazione normale (non meno di 10 m/min) e ridotta.

I comandi sono a pulsantiera scorrevole lungo il ponte e indipendente dal carrello. L'alimentazione dei circuiti ausiliari è monofase 48 V 50 Hz.

Norme di progettazione

- carpenteria: norme CNR boll. n° 73 - 27.12.1979, norme CNR boll. n° 74 - 10.03.1980, norme CNR UNI 10012-67
- meccanismi: norme FEM
- antinfortunistica: DPR 27.4.1955 n° 547 e D.M. 12.9.1959
- equipaggiamento elettrico: norme CEI-UNEL.

Il carro ponte è provvisto di:

- a) respingenti ammortizzanti sul ponte e sul carrello;
- b) ruotismi montati su cuscinetti a rotolamento;
- c) carrello paranco elettrico a quattro tratti di fune;

- d) interruttori automatici di finecorsa sui tre movimenti;
- e) motori elettrici previsti per servizio intermittente 40% protezione IP 44;
- f) apparecchiatura elettrica automatica dimensionata per 240 man/h;
- g) dispositivi di sicurezza regolamentari;
- h) segnalatore acustico.

Ponte scorrevole

Essenzialmente costituito da due travate a cassone ad elevata resistenza flessione-torsionale, sulle cui ali superiori sono fissati i binari per la traslazione del carrello paranco, con relativi arresti terminali per riscontro ai respingenti ammortizzanti.

Entrambe le travate sono rigidamente collegate, mediante bulloni, a due travi di testata portanti le ruote di scorrimento.

Tutta la struttura è largamente dimensionata in modo da presentare assoluta garanzia contro deformazioni permanenti ed i relativi calcoli di stabilità sono eseguiti in conformità alle norme italiane vigenti CNR-UNI 10021, garantendo una freccia elastica massima, inferiore od uguale ad 1/750 dello scartamento, con sovraccarico del 10% e carrello al centro delle travate.

La gru è di costruzione robusta, accuratamente eseguita, ben rifinita in ogni sua parte, verniciata con doppia mano di smalto sintetico protettivo di colore giallo in conformità alle vigenti prescrizioni antinfortunistiche ed avente particolari caratteristiche di resistenza agli agenti ossidanti.

Alle estremità delle due travi di testa sono applicati robusti respingenti ammortizzanti atti ad assorbire elasticamente l'energia cinetica della gru negli eventuali urti di arresto.

Meccanismi di scorrimento del ponte

Costituiti da 4 ruote in acciaio a doppio bordino, con fascia di rotolamento temprata ad induzione, calettate su perni in acciaio ad alta resistenza alloggiati entro supporto flangiati con cuscinetti oscillanti.

Due delle suddette ruote, una per ogni testata, sono direttamente comandate da riduttori ad albero cavo con ingranaggi racchiusi in carter a bagno d'olio e ruotismi montati su cuscinetti a rotolamento, con esclusione di coppie di riduzione esterne.

I suddetti riduttori sono collegati mediante accoppiamento flangiato, ai rispettivi motori del tipo autofrenante ad avviamento progressivo.

Carrello paranco elettrico

A n° 4 tratti di fune - con gancio a semplice becco girevole su cuscinetto a sfere reggisponda.

Equipaggiamento elettrico

La gru è completa di tutte le connessioni elettriche, con conduttori in rame ad alto isolamento, accuratamente protetti da tubi e guaine flessibili.

Le sezioni dei conduttori sono largamente dimensionate ed in tutto corrispondenti alle vigenti norme CEI.

Lungo il ponte, per l'alimentazione del carrello, è prevista una linea elettrica in cavo multipolare a festoni, sostenuto da carrellini reggicavo scorrevoli entro guida in profilato leggero.

Analoga linea è prevista per l'alimentazione della pulsantiera pensile scorrevole lungo il ponte.

N° 1 linea elettrica principale di alimentazione blindotrolley.

Vie di corsa realizzate con trave di tipo vignale adatte per appoggio su travi continue, complete di accessori.

H - Apparecchiatura elettrica di M.T. a 24 kV

La descrizione delle apparecchiature occorrenti per un impianto di sollevamento viene completata con la descrizione delle apparecchiature elettriche che di norma trovano posto in separata cabina prefabbricata dove avviene la consegna della energia elettrica da parte dell'ENEL.

Quadro

Il quadro prefabbricato M.T. a 24 kV presenta le seguenti caratteristiche tecniche.

I quadri sono adatti per essere impiegati in sistemi di distribuzione con tensione nominale fino a 24 kV.

Sono costituiti da scomparti unificati, equipaggiati con interruttori di manovra sezionatori, con o senza fusibili, oppure con interruttori in olio ridotto.

I quadri sono cadmiati e costituiti da scomparti standardizzati componibili in lamiera di acciaio, compartimentati in celle fornite di oblò frontale e sono verniciati con procedimento elettrostatico a polveri epossidiche di colore grigio o azzurro.

Le celle sono:

- cella sbarre Omnibus superiore;
- cella apparecchiatura inferiore;
- cella strumenti e protezioni.

In particolare:

- la cella sbarre Omnibus comprende un sistema trifase di sbarre in rame elettrolitico, isolate in aria, alloggiare in un tunnel continuo, prive di diaframmi e sostenute da isolatori a gola in resina epossidica. Su dette sbarre sono imbullonati i contatti fissi di derivazione del sezionatore rotativo controsbarre;
- la cella apparecchiatura inferiore è destinata a contenere le apparecchiature, quali: interruttori di manovra-sezionatori, interruttori in olio ridotto, terminati in cavo, riduttori di tensione e di corrente;
- le celle sono fra di loro segregate in modo da impedire che eventuali generazioni di archi liberi in aria, si propaghino in quelle adiacenti;

la cella superiore è separata dalla cella inferiore dal sezionatore rotativo che assolve le seguenti funzioni:

- in posizione di chiuso, effettua il collegamento fra cella sbarre Omnibus e cella apparecchiature;
- in posizione aperto, effettua la segregazione totale fra celle sopra descritte.

Blocchi operazionali

Nel compartimento cella apparecchiatura inferiore, l'apparecchiatura è accessibile fuori tensione, aprendo la portella frontale.

I blocchi operazionali sono concentrati in uno speciale complesso che oltre al comando degli interruttori di manovra-sezionatori, del sezionatore rotativo e del sezionatore di messa a terra, realizza i seguenti interblocchi di sicurezza:

- interblocco fra interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore rotativo;
- interblocco fra sezionatore rotativo ed il sezionatore di terra o commutatore linea-terra;
- interblocco fra sezionatore rotativo e interruttore V.d.R. (interblocco a chiave);
- interblocco fra sezionatore di terra o commutatore linea-terra con la porta di accesso alla cella apparecchiatura.

Lo scopo è di rendere possibile l'accesso in condizioni di sicurezza alla cella apparecchiature inferiore per la manutenzione e l'allestimento dei terminali di cavo, senza necessariamente mettere fuori servizio l'intero impianto.

Il quadro comprende le seguenti parti:

Modulo arrivo linea semplice

- N° 1 sezionatore tripolare in aria, rotativo, compatibile con le caratteristiche dell'impianto;
- n° 3 derivatori capacitivi per segnalazione di toncini in tensione.

Modulo interruttore generale

- N° 1 sezionatore rotativo c.s.;
- n° 1 interruttore tripolare a volume d'olio ridotto costituito da 3 poli separati in tubi isolanti ad alta resistenza meccanica e bassissima igroscopicità su unico basamento in esecuzione per comando laterale, compatibile con le caratteristiche dell'impianto, corredato di comando manuale d'emergenza e di:
 - sganciatore di apertura e lancio di corrente;
 - contatti ausiliari per comandi, segnalazioni e blocco;
 - carrello di sostegno;
 - olio di primo riempimento;
 - indicatore di livello olio;
 - blocco chiave.
- N° 2 relè indiretti di massima corrente.
- N° 1 sezionatore di messa a terra dalle caratteristiche compatibili con l'impianto;
- n° 1 oblò di ispezione completo di rete equipotenziale;
- Illuminazione interna.

Cella risalita sbarre e misure

In questa cella sono montate e connesse le seguenti apparecchiature:

- n° 1 sistema trifase di sbarre;
- n° 1 terna di isolatori portanti da 24 kV.
- N° 2 celle di sezionamento di n° 2 trasformatori (uno di scorta) adeguati alle caratteristiche dell'impianto con montate e connesse le seguenti apparecchiature:
 - interruttore di manovra
 - sezionatore rotativo sottocarico manuale completo di: isolatori portanti superiori in resina epossidica che fanno anche da supporto ai contatti fissi superiori;
 - isolatori portanti inferiori incorporanti il pistone per il soffio d'aria posto in testa all'isolatore stesso;
 - manovra rapida di apertura e chiusura del tipo indipendente a molle precaricate.

Detto sezionatore è completo di:

- blocco a chiave per impedire l'apertura della cella sotto tensione;
- messa a terra degli isolatori passanti in posizione di aperto;
- fusibili ad alta capacità di rottura di portata adeguata per la protezione del trasformatore;
- dispositivo di apertura automatica al fondersi anche di un solo fusibile;
- contatti ausiliari per blocchi e segnalazioni.

Celle di contenimento dei trasformatori aventi dimensioni idonee, complete di oblò di aspirazione e blocchi a chiave per impedirne l'eccesso prima dell'apertura del rispettivo sezionatore sottocarico.

Materiali di completamento:

- capicorda;
- terminali;
- giunzioni;
- pedana isolante, tappeti isolanti in gomma per la tensione di 20.000 V d'esercizio;
- torcia elettrica con pile ricaricabili;
- bombola antincendio in CO₂;
- cartelli monitori;
- tabella di istruzioni per i soccorsi d'urgenza ai colpiti da corrente elettrica;
- schema elettrico incorniciato da esporre in cabina.

Trasformatori MT/BT

Le caratteristiche dei due trasformatori da installare, ciascuno capace della intera potenza richiesta dall'impianto, e montati in modo da poter funzionare l'uno di riserva dall'altro, sono: trasformatore elettrico trifase in olio a raffreddamento naturale in aria - nucleo in lamierino magnetico a cristalli orientati - avvolgimenti in rame elettrolitico isolato in carta - cassa in acciaio saldato con radiatori di raffreddamento, aventi le seguenti caratteristiche di funzionamento:

- quantità	:	2
- potenza nominale	:	da precisare
- frequenza	:	50
- rapporto di trasformazione		
primario	:	20.000 ÷ 5% V
secondario (a vuoto)	:	da precisare
- collegamenti		
primario	:	triangolo
secondario	:	stella c.n.
- rendimento a 1/1 carico		
a cosfi 1	:	98,38%
a cosfi 0,8	:	97,99%
- caduta di tensione a 1/1 carico		
a cosfi 1	:	1,52%
a cosfi 0,8	:	4,04%
- tensione in c.to c.to	:	4%
- perdite a vuoto	:	1200 W
- perdite in c.to c.to	:	9200 W
- peso trasfo senza olio	:	da precisare

- peso olio : da precisare
- dimensioni ingombro approssimative : da precisare.

Accessori del trasformatore

- isolatori di AT e BT;
- conservatore d'olio;
- dispositivo di riempimento e di aerazione;
- indicatore di livello d'olio;
- golfari di sollevamento;
- pozzetto termometrico;
- rulli di scorrimento orientabili;
- valvole di scarico;
- commutatore a 5 posizioni da manovrarsi a trasformatore disinserito per ottenere il \pm 5% regolazione sull'AT;
- termometro a quadrante con contatto elettrico;
- essiccatore al silicagel;
- olio di primo riempimento;
- targhe indicatrici;
- relè bucholtz.

IL MANUFATTO CIVILE DESTINATO A CONTENERE LE APPARECCHIATURE DI CONSEGNA DELLA ENERGIA ELETTRICA DA PARTE DELL'ENEL DEVE RISPONDERE PER DIMENSIONI E PER ATTREZZATURE ALLE ESIGENZE DELLA INSTALLAZIONE E ALLE PRESCRIZIONI ENEL.

I - Collegamenti elettrici

La costruzione di un impianto di sollevamento comprende anche la posa in opera di collegamenti elettrici con la cabina di consegna e trasformazione M.T./B.T. Tali collegamenti elettrici rispondono alle prescrizioni di cui al punto 21.3 (completo) del presente capitolato.

L - Impianto di terra

L'impianto di terra deve rispondere alle prescrizioni di cui al punto 21.8.

M - Impianto luce e forza motrice

L'impianto corrisponde alle prescrizioni di cui ai punti 21.11 e 21.16 del presente capitolato.

L'impianto luce e forza motrice riguarda: la sala pompe, la sala quadri, la sala macchine gli eventuali uffici ed i relativi servizi, nonché la illuminazione interna delle vasche. Deve rispondere alle Norme CEI e prescrizioni ISPESL.

In ogni locale deve essere assicurato un illuminamento medio di 200 lux. L'impianto comprende, oltre al sistema di illuminazione anche un congruo numero di prese di corrente.

Può essere previsto anche un impianto di illuminazione esterna con armature stradali stagne a bandiera su pali di acciaio rastremati e zincati alti 8 m con lampade a vapori di mercurio da 125 W.

N - Dispositivi di misura di portata

I misuratori di portata rispondono alle descrizione di cui al punto 20.2.7 del presente capitolato.

O - Collaudi

Tutte le apparecchiature sono sottoposte, a carico dell'Impresa, ai collaudi secondo le norme CEI-IEC; EURO PUMP; UNI.

53.1 GENERALITÀ

L'Impresa provvederà a sua cura e spese a tutte le prestazioni di macchinari, accessori, tubazione provvisoria e definitiva, trasporti, mano d'opera specializzata, manovali e quant'altro occorrerà per la trivellazione, lo spurgo e la prova di portata.

Provvederà inoltre alla forza motrice necessaria ed alla illuminazione, al reperimento dell'acqua necessaria per la perforazione, alla recinzione e custodia del cantiere, in modo che ne risulti impedito l'accesso ad estranei; attuerà tutte le opere necessarie per un rapido smaltimento delle acque e dei materiali provenienti dalla trivellazione.

L'Impresa dovrà accertarsi, a sua cura e spese, che nel punto di trivellazione non vi siano ostacoli sotterranei all'esecuzione del perforo.

53.2 Tecnologie e modalità di perforazione

La trivellazione dovrà essere eseguita con i sistemi previsti in capitolato; solo in corso di trivellazione, per casi imprevisi e condizioni particolari dei terreni, la Direzione Lavori potrà accettare suggerimenti da parte dell'Impresa. In ragione della natura del terreno nell'area di intervento è prevista la trivellazione a rotazione con circolazione diretta di fanghi bentonitici.

Per il fluido di perforazione sono prescritti limiti massimi di densità (1,2 kg/l) e contenuto di sabbia (3%). I due parametri potranno essere verificati in ogni momento in cantiere con appositi tests (bilancia, sand test).

Data la vicinanza del fiume (Costone) e le particolari condizioni ambientali è necessaria l'adozione di vasche fuori suolo di circolazione, stoccaggio del fluido e dei detriti. Le vasche dovranno avere anche un sistema di separazione meccanica dei detriti che consenta di perforare nei valori di contenuto di sabbia nel fluido sopra indicati.

Il fluido di perforazione non potrà assolutamente essere scaricato, nè dopo la disidratazione steso sul terreno. Per motivo di sicurezza è necessaria la costituzione di vasche di raccolta di volume superiore a quello del pozzo. Il fluido dovrà essere avviato alla depurazione.

L'impianto di perforazione dovrà avere un tiro minimo, certificato dal costruttore, di 35 tons.

53.3 Struttura definitiva

Concordata con la Direzione Lavori la quota di arrivo della perforazione, l'Impresa attuerà le disposizioni tecniche fornite dalla Direzione Lavori relative alla lunghezza, spessore, tipo di filtri, granulometria del dreno, suo posizionamento e messa in opera, siano esse previste in progetto e nel capitolato speciale, siano invece delle varianti più confacenti ai buoni risultati tecnici dell'opera e di risparmio economico per la Committenza. L'accettazione da parte dell'Impresa delle disposizioni tecniche non scioglie l'Impresa dalla totale responsabilità nel dare un pozzo con tutti i requisiti previsti nel capitolato nei riguardi della verticalità, isolamento di falde sovrapposte, portata e caratteri organolettici: in particolare assenza di sabbia e torbidità all'attacco della pompa.

Sul giornale dei lavori verranno verbalizzate le disposizioni tecniche della Direzione Lavori che si intenderanno accettate dall'Impresa in toto, qualora quest'ultima non esprima dissensi o formuli proposte alternative che verranno comunque riportate nel suddetto giornale dei lavori. Qualora la Direzione Lavori, visti i risultati delle determinazioni analitiche eseguite sulle acque di una falda, su precise istruzioni ne prescriva la sua esclusione ancorché non prevista in capitolato, il pozzo verrà accettato con portata ridotta purché perfettamente eseguito e funzionale.

L'Impresa non dovrà iniziare la posa della tubazione definitiva se prima la Direzione Lavori non avrà fatto misurare la profondità del pozzo e non avrà dato la propria approvazione alla colonna preparata dall'Impresa stessa.

53.4 Diametri di perforazione

Non è consentita la riduzione dei diametri di trivellazione prescritti se non approvata dalla Direzione Lavori.

Il pozzo dell'area Costone sarà perforato con ϕ 23" (ϕ 600 mm) fino alla profondità di circa 30 metri e successivamente con il ϕ 17" 1/2 (450 mm) fino a fondo pozzo. Fino a circa 50 m di profondità verrà eseguita la cementazione superficiale.

53.5 Tubazioni di rivestimento cieche

Le tubazioni di rivestimento definitivo in acciaio di prima scelta, saranno munite di distanziatori e saranno del tipo bitumato internamente ed esternamente.

53.6 Tubazioni di rivestimento fenestrate

Le fenestrate saranno poste in opera alle profondità indicate dalla Direzione Lavori e saranno del tipo a ponte con luce delle aperture compresa tra 0,6 e 2,0 mm con superficie utile delle aperture superiore al 13%.

La Direzione Lavori, qualora i materiali acquiferi incontrati siano particolarmente fini e mobilizzabili, potrà ordinare all'Impresa l'installazione di fenestrate particolari, quando anche non siano state previste in sede di preventivo, che verranno compensate a prezzi di mercato.

53.7 Manto drenante

Il ghiaietto, selezionato della classe granulometrica più adatta alle falde incontrate, proveniente dalle alluvioni di natura prevalentemente silicea, tondeggianti e non derivati da fratturazione di clastici grossolani, verrà posto in opera nelle posizioni che saranno concordate con la Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà preventivamente far recapitare alla Direzione Lavori, per l'approvazione, un campione siglato rappresentante le classi granulometriche scelte.

Ai fini del controllo qualitativo e contabile l'Impresa dovrà consegnare inoltre alla Direzione Lavori fotocopia della bolla di consegna del materiale con specifica indicazione della cava di provenienza, della ditta venditrice, della quantità e del cantiere cui è destinato il materiale. Nel caso che la Direzione Lavori verifichi che il ghiaietto consegnato in cantiere non corrisponda a quello approvato o comunque non sia equivalente, l'Impresa dovrà provvedere alla sua sostituzione; qualora sia già posto in opera, totalmente o in parte, verrà comminata all'Impresa una penalizzazione pari a L. 2.500.000 oltre alla non contabilizzazione di parte o di tutto il compenso previsto alla voce "Manto drenante".

53.8 Isolamento delle acque di superficie e della falda superficiale e separazione geologica delle falde sovrapposte

Allo scopo di escludere tutto il complesso litologico contenente la falda più superficiale dalle acque profonde, su ordine della Direzione Lavori, l'Impresa porrà in opera un tampone realizzato con miscela cementizia e con argilla contenente un basso tenore di limo e dotata di un valore di conducibilità idraulica compreso tra 10^{-6} e 10^{-7} e cm/sec. La messa in opera dovrà essere realizzata in piccole zolle o in elementi sferoidali. Qualora il materiale non avesse in toto le caratteristiche richieste dovrà essere corretto con aggiunta di argille bentonitiche.

E' facoltà della Direzione Lavori accettare altre soluzioni per lo stesso scopo, su proposta dell'Impresa. la Direzione Lavori, infine, potrà richiedere all'Impresa di collocare, tra il perforo e la colonna definitiva, i tamponi d'argilla o idonee miscele per ricostituire il naturale isolamento geologico tra falde sovrapposte.

53.9 Installazione piezometri

Tra il perforo e la colonna definitiva verranno poste in opera, secondo modalità da concordare con la Direzione Lavori, tubazioni con DN interno di mm 50, zincate, idonee alla misurazione di livelli.

53.10 Verticalità

Il pozzo dovrà risultare perfettamente verticale e la tubazione definitiva dovrà essere coassiale e concentrica con il perforo, condizione da attuarsi tanto in fase di trivellazione quanto con la messa in opera di distanziatori.

53.11 Protezione

La Direzione Lavori fisserà prima dell'ultimazione dei lavori la quota precisa alla quale dovrà terminare superiormente la colonna che dovrà essere munita di flangia idonea a salvaguardare le acque e le tubazioni da immissioni di corpi o sostanze estranee.

Nel caso che sul pozzo debba essere costruita una cameretta avampozzo, l'Impresa dovrà lasciare in opera un tronco di tubazione provvisoria dal terminale del pozzo definitivo fino a 50 cm al di sopra del piano campagna.

53.12 Rotture e cedimenti

L'Impresa dovrà adottare ogni accorgimento possibile sia nella posa della colonna di rivestimento, sia nel riempimento con dreno, cemento o argilla sia infine nella successiva fase di spurgo, perché non abbiano a verificarsi nel pozzo, ed in particolare ai filtri, cedimenti, schiacciamenti, deviazioni, rotture od altro, restando l'Impresa unica responsabile di ogni incidente del genere che dovesse accadere al pozzo.

53.13 Riempimento del perforo

Nel caso che la lunghezza definitiva della tubazione sia minore del perforo, questo verrà riempito tra la quota di arrivo e il fondello della tubazione da ghiaia lavata, dopo aver messo in opera idonea cementazione tra ghiaia e fondello, secondo gli ordini della Direzione Lavori, a cura e spese dell'Impresa.

53.14 Pistonaggio e spurgo

Posta in opera la colonna definitiva, le cementazioni e il dreno fino ad un'altezza idonea al di sopra dei fenestrati, l'Impresa procederà ai lavori di pistonaggio per il miglioramento della permeabilità degli strati acquiferi e per la pulizia del dreno stesso.

Si procederà quindi all'installazione della pompa di spurgo. Il pompaggio procederà fintanto che il pozzo dia acqua limpida ed esente da sabbia nelle quantità previste per le prove appresso indicate.

53.15 Modalità del collaudo provvisorio di funzionalità ed esecuzione di prove ideologiche

Nei riguardi della portata e delle caratteristiche chimiche dell'acqua estratta, l'Impresa, dopo aver effettuato il pistonaggio, predisporrà tutte le attrezzature di sollevamento e di misura (in particolare l'Impresa predisporrà un contenitore di capacità non inferiore a 2000 litri e un misuratore di livello centimetrato. La portata potrà essere riscontrata anche con misuratore a diaframma o elettromagnetico. Per le prove di lunga durata potrà essere richiesta l'adozione della strumentazione di registrazione automatica dei valori secondo i particolari indicati in elenco prezzi. La Direzione Lavori dovrà essere avvertita con un anticipo di 48 ore ed essere pronta alla verifica degli aspetti chimici e della potenzialità del pozzo.

- L'esecuzione di una prova idrogeologica effettuata sulla colonna definitiva con portate superiori del 20% alla portata di esercizio, consisterà in:

- a) prova di portata costante, a partire dal livello statico, con misure in continuo dei livelli in discesa fino alla completa stabilizzazione dinamica; successivamente allo spegnimento delle pompe si dovranno misurare, a tempi prefissati, i livelli in risalita fino al completo ripristino del livello statico. La prova richiede un precedente fermo minimo di 24 h.
- b) prova a gradini con partenza dal livello statico per la valutazione dell'interazione tra acquifero e pozzo.
La prova richiederà un minimo di 4 gradini, da determinare con portate progressive.

La prova richiederà un minimo di 12 h.

Durante le prove si procederà al prelievo di campioni per la verifica dei caratteri chimici dell'acqua pompata, da eseguire a cure e spese dell'Impresa appaltatrice.

L'acqua sarà considerata limpida quando per 8 ore consecutive, con una portata superiore al 20% di quella di esercizio prevista, ottenuta indipendentemente dalla depressione dinamica e dall'eventuale scoperchiamento dei filtri, la sabbia non supererà 2 ppm in volume e il trascinamento dei materiali in sospensione sia inferiore a 1 ppm. Tali condizioni sono da ottenere anche dopo ripetuti attacchi e stacchi della pompa.

La Direzione Lavori, in mancanza di tali condizioni, ordinerà un ulteriore intervento di pistonaggio e pompaggio senza che l'Impresa possa pretendere alcun compenso.

Al termine delle prove sarà infine predisposto, a cura della committenza ma a carico dell'Impresa e a mezzo del personale USSL, il prelievo di un campione d'acqua per la verifica di potabilità.

53.16 Esecuzione di prove di falda durante la trivellazione

Durante l'avanzamento della perforazione, all'Impresa potrà essere ordinato dalla Direzione Lavori di eseguire una o più prove di strato mediante isolamento di un intervallo di 10 metri di terreni acquiferi a diversa profondità.

Durante l'esecuzione di ciascuna prova l'Impresa dovrà predisporre tutte le attrezzature necessarie per la migliore realizzazione delle stesse, per la misurazione dei livelli statico e dinamico, delle portate medie nonché permettere il prelievo dei campioni d'acqua ai fini delle determinazioni chimiche.

Una volta prelevato il campione di acqua voluto, l'Impresa potrà procedere allo smontaggio dell'impianto di sollevamento, al recupero delle attrezzature di prova e proseguire quindi con la normale trivellazione.

53.17 Collaudo definitivo

Oltre alle verifiche di legge, il collaudo consisterà nel verificare in particolare l'assenza di sabbia alla medesima portata della prova precedente; inoltre sul fondo pozzo non dovrà trovarsi depositato uno strato di sabbia superiore a 20 cm; ove questa quantità risultasse superiore, a giudizio della Direzione Lavori verrà praticata una riduzione di prezzo pari all'1% per ogni 5 cm o frazione in più dei 20 cm concessi, oppure l'Impresa dovrà provvedere a sue spese alla completa pulizia del pozzo.

53.18 Misurazioni

La misura delle tubazioni agli effetti del pagamento sarà effettuata sulla colonna montata in opera, senza tener conto delle sovrapposizioni. Non verranno compensate, perché sono da intendersi nel prezzo al metro lineare della tubazione di rivestimento, le forniture del fondello, delle eventuali ganasce di ancoraggio superiore che saranno a totale carico dell'Impresa.

A pozzo ultimato e prima di smontare il cantiere l'Impresa dovrà chiudere ermeticamente la bocca del pozzo con coperchio con chiusura a lucchetto.

53.19 Documentazione lavori

Durante la trivellazione, il trivellatore dovrà prelevare i campioni dei materiali costituenti i vari strati attraversati e disporli, entro un sacchetto trasparente (da conservare), in una cassetta campioni a larghi scomparti (almeno 20 cm x 20 cm), che la ditta potrà recuperare. A lavoro ultimato i sacchetti dovranno essere consegnati in perfetto stato all'Ente Appaltante.

Il perforatore dovrà inoltre tenere un giornale dei lavori con le annotazioni giornaliere dei lavori ed inviare ogni giorno, mediante fax, alla Direzione Lavori le informazioni sulla natura e stato, di qualunque fase si tratti. Per ogni avviso scritto che la Direzione Lavori sarà costretta ad inviare all'Impresa circa la non ottemperanza di una delle due condizioni, verrà applicata una penale di L. 1.000.000 che verrà, in sede di contabilità finale, detratta dal compenso.

53.20 Abbandono della trivellazione

La Direzione Lavori durante il corso della trivellazione o a trivellazione ultimata, potrà ordinare l'abbandono del perforo qualora gli strati incontrati non corrispondano a quelli previsti: in tal caso, si pagheranno all'Impresa i lavori eseguiti. La Direzione Lavori in accordo con la Committenza potrà dare ordine di eseguire una nuova trivellazione agli stessi importi di contratto.

L'Impresa sarà tenuta al riempimento del perforo e al ripristino dell'area previo rimborso degli importi per la fornitura di ghiaia e argilla.

53.21 Rifiuto del pozzo

Qualora l'utilizzazione del pozzo non potesse aver luogo nei modi prescritti per l'impossibilità da parte dell'Impresa ad estrarre le aste di trivellazione o scalpelli o per qualunque altra ragione (pozzo storto, filtri rotti, presenza di sabbia nell'acqua, portata mancante per intasamento dei filtri), il Committente non sarà tenuto a corrispondere alcun compenso, né per le prestazioni né per i materiali, bensì l'Impresa dovrà ripetere la trivellazione in altro punto che verrà stabilito dalla Direzione Lavori dopo aver proceduto al riempimento del perforo.