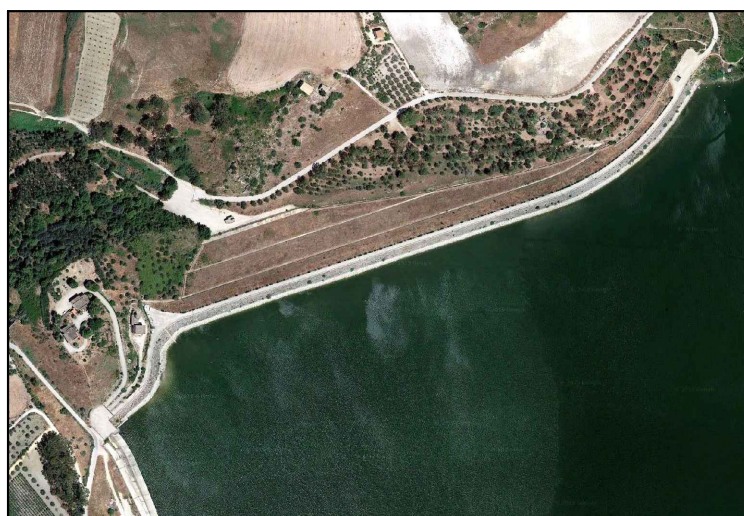




ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ  
DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI  
**SERVIZIO 3 - PROGRAMMAZIONE ED ESECUZIONE INTERVENTI INFRASTRUTTURE PER LE ACQUE**

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL SISTEMA  
DI TENUTA DELLA DIGA SAN GIOVANNI NEL TERRITORIO  
DEL COMUNE DI NARO (AG) (SCHEDA INTERVENTO N. 080)

CUP: G29E18000040001 - CIG: 7725373B77



RTP

mandatario

mandanti

**PRO-GEO**  
progettazione geotecnica

**S P A I**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

s.i.a.

STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI

Studio di Geologia

G. Graziano e M. Masi

Studio di Ingegneria

Ing. E. Giannone Codiglione



## PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (R.U.P.) :

Dott. Ing. Salvatore Stagno

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
TRA LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE :

Dott. Ing. Pietro Umiltà

TITOLO ELABORATO:

DISCIPLINARE DI FORNITURA  
DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

ELABORATO N° :

EAM.9.6.3

		ELABORATO		CONTROLLATO		APPROVATO	
SIGLA		V. Lupo		G. Lusco		F. Lusco	
REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE				
	0	DIC 2021	Emissione elaborati progetto esecutivo				
	1						
	2						

DATA :

DICEMBRE 2021

SCALA :



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE .....</b>	<b>6</b>
2.1	Prescrizioni generali .....	6
2.2	Prescrizioni di fornitura .....	6
2.2.1	Attestato di conformità - Prototipi .....	6
2.2.2	Controlli di fabbricazione .....	6
2.2.3	Prove di campo .....	7
<b>3</b>	<b>TUBAZIONI .....</b>	<b>8</b>
3.1	Norme generali .....	8
3.2	Accettazione dei tubi .....	8
3.3	Il carico, il trasporto e lo scarico dei tubi .....	8
3.4	L'accatastamento dei tubi .....	8
3.5	Il deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori .....	9
3.6	Lo sfilamento dei tubi .....	9
3.7	La posa in opera .....	9
3.8	La prova d'isolamento .....	10
3.9	La giunzione dei tubi .....	10
3.10	Il rinterro parziale .....	11
3.11	La prova idraulica .....	11
3.12	Il rinterro definitivo .....	13
3.13	Collaudo .....	13
3.13.1	Tubazioni metalliche .....	15
3.13.2	Tubazioni in PEAD .....	15
<b>4</b>	<b>TUBAZIONI IN PEAD .....</b>	<b>18</b>
4.1	Riferimenti normativi .....	18
4.2	Oggetto della fornitura .....	18
4.3	Materia prima .....	18
4.4	Controlli .....	20
4.5	Certificazione di qualità .....	21
4.6	Diritti ispettivi della committente .....	21
4.7	Marcatura delle tubazioni .....	21
<b>5</b>	<b>TUBAZIONI IN POLIETILENE STRUTTURATO A.D. A DOPPIA PARETE .....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>TUBAZIONI DI PVC-U DESTINATI ALL'ADDUZIONE DI FLUIDI IN PRESSIONE .....</b>	<b>25</b>
6.1	Scopo e campo di applicazione .....	25
6.2	Norme di riferimento .....	25
6.3	Requisiti prescritti .....	25
6.3.1	Materia prima .....	25
6.3.2	Tubi .....	26
6.4	Controlli e responsabilità .....	29
6.5	Documenti e certificazioni di qualità .....	30



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

6.6	Assistenza post vendita.....	30
6.7	Movimentazione e trasporto dei materiali .....	30
6.7.1	Trasporto dei tubi.....	30
6.7.2	Carico, scarico e movimentazione .....	31
6.7.3	Accatastamento dei tubi .....	31
6.7.4	Conservazione dei materiali.....	31
6.8	Modalità e procedure di posa in opera.....	32
6.8.1	Tipologie degli scavi.....	32
6.8.2	Trincea stretta .....	32
6.8.3	Trincea larga.....	32
6.8.4	Terrapieno (posizione positiva).....	32
6.8.5	Terrapieno (posizione negativa).....	33
6.8.6	Profondità della trincea .....	33
6.8.7	Larghezza della trincea .....	33
6.8.8	Fondo della trincea .....	33
6.8.9	Letto di posa.....	34
6.8.10	Norme di compattazione e controlli qualitativi.....	34
6.8.11	Posa del tubo.....	36
6.8.12	Procedura di rinterro.....	36
6.8.13	Condizioni di posa particolari .....	37
6.9	Esecuzione delle giunzioni.....	37
<b>7</b>	<b>ANCORAGGI PER TUBAZIONI.....</b>	<b>38</b>
7.1	Collare pesante inox con gomma EPDM .....	38
7.1.1	Dati tecnici materiale.....	38
7.2	Vitone .....	39
7.3	Supporto in acciaio inox.....	39
7.4	Profilo in acciaio inox .....	40
<b>8</b>	<b>APPARECCHIATURE IDRAULICHE .....</b>	<b>41</b>
8.1	Marchio di fabbrica .....	42
8.2	Controlli di fabbricazione.....	43
8.2.1	Verifica dei getti grezzi.....	43
8.2.2	Verifica delle dimensioni.....	43
8.2.3	Verifica della massa .....	43
8.2.4	Tolleranze.....	43
8.3	Prove.....	44
8.4	Collaudo .....	44
8.5	Costruzioni in acciaio - Saldature.....	44
8.6	Prescrizioni particolari per le apparecchiature .....	44
8.6.1	Norme di riferimento per quanto attiene ai materiali.....	44
8.6.2	Norme di riferimento per quanto attiene alla costruzione ed accettazione .....	45
8.6.3	Prescrizioni di tipo generale .....	46
8.7	Saracinesche di intercettazione.....	46
8.8	Sfiati automatici d'aria.....	48



DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

8.9	Valvole di ritegno a palla .....	49
<b>9</b>	<b>IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....</b>	<b>49</b>
9.1	Impianti di sollevamento Cunicolo di ispezione .....	49
9.1.1	<i>Sollevamento S1.....</i>	<i>49</i>
9.1.2	<i>Sollevamento S2.....</i>	<i>50</i>
9.2	Impianto di sollevamento Cunicolo drenaggi.....	51
9.3	Impianti di sollevamento - Quadri elettrici .....	53
9.3.1	<i>Quadri elettrici Impianto di Sollevamento S2 (cunicolo ispezione) e Impianto di Sollevamento cunicolo drenante.....</i>	<i>53</i>
9.3.2	<i>Quadro elettrico Impianto di Sollevamento di Emergenza .....</i>	<i>57</i>
<b>10</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>59</b>
10.1	Descrizione degli interventi.....	59
10.2	Norme generali .....	60
10.3	Caratteristiche tecniche degli impianti .....	60
10.3.1	<i>Prescrizioni riguardanti i circuiti .....</i>	<i>61</i>
10.3.2	<i>Canalizzazioni .....</i>	<i>64</i>
10.3.3	<i>Tubazioni per costruzioni prefabbricate .....</i>	<i>66</i>
10.3.4	<i>Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, interrati .....</i>	<i>67</i>
10.3.5	<i>Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili.....</i>	<i>67</i>
10.3.6	<i>Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili .....</i>	<i>68</i>
10.4	Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti.....	69
10.4.1	<i>Protezione contro i contatti indiretti.....</i>	<i>69</i>
10.4.2	<i>Coordinamento degli interruttori di terra con dispositivi di protezione .....</i>	<i>72</i>
10.4.3	<i>Protezione mediante doppio isolamento .....</i>	<i>73</i>
10.4.4	<i>Protezione delle condutture elettriche .....</i>	<i>73</i>
10.5	Qualità e caratteristiche dei materiali .....	74
10.5.1	<i>Generalità.....</i>	<i>74</i>
10.5.2	<i>Prese di alimentazione di utilizzatori elettrici .....</i>	<i>75</i>
10.5.3	<i>Apparecchiature modulari con modulo normalizzato.....</i>	<i>75</i>
10.5.4	<i>Interruttori scatolati.....</i>	<i>75</i>
10.5.5	<i>Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione.....</i>	<i>76</i>
10.5.6	<i>Quadri di comando e distribuzione in lamiera .....</i>	<i>76</i>
10.5.7	<i>Quadri di comando e distribuzione in materiale isolante.....</i>	<i>77</i>
10.5.8	<i>Quadri elettrici da appartamento e similari .....</i>	<i>77</i>
10.5.9	<i>Prove dei materiali.....</i>	<i>78</i>
10.5.10	<i>Accettazione materiali.....</i>	<i>78</i>
10.5.11	<i>Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti.....</i>	<i>78</i>
10.5.12	<i>Verifica provvisoria e consegna degli impianti .....</i>	<i>78</i>
10.5.13	<i>Collaudo definitivo degli impianti.....</i>	<i>79</i>
10.5.14	<i>Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti .....</i>	<i>83</i>



DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

10.6	Garanzia degli impianti .....	84
10.7	Consegna documentazione di fine lavori .....	84
<b>11</b>	<b>CENTRALINA OLEODINAMICA .....</b>	<b>85</b>
11.1	Descrizione degli interventi.....	85
11.2	Descrizione sistema oleodinamico .....	85



## 1 PREMESSA

Il presente capitolato, redatto ai sensi dell'art. 43 c. 3 lettera b del D.P.R. 207/2010, contiene i requisiti di accettazione dei materiali e delle componenti costituenti gli impianti di sollevamento.





## 2 SPECIFICHE TECNICHE

### 2.1 Prescrizioni generali

Per ogni apparecchiatura idraulica, di cui presente disciplinare, in fornitura, prima dell'approvazione delle stesse da parte della direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà certificare le provenienze dei vari componenti specificando quanto proveniente da stabilimenti di produzione situati in paesi comunitari e quanto proveniente da Paesi Terzi nel rispetto complessivo dell'art. 137 del D. Lgs. N. 50/2016. Saranno respinte le forniture di apparecchiature e componenti idrauliche nel caso in cui la parte dei prodotti originari di Paesi terzi, ai sensi del regolamento (UE) n. 952/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, supera il 50 per cento del valore totale dei prodotti che compongono l'offerta.

### 2.2 Prescrizioni di fornitura

L'Impresa dovrà precisare per iscritto i nominativi dei fornitori delle apparecchiature idrauliche, elettromeccaniche ed elettroniche presso i quali intende effettuare gli acquisti delle apparecchiature.

#### 2.2.1 Attestato di conformità - Prototipi

L'Impresa dovrà presentare la documentazione tecnica dei Fabbrikanti indicati unitamente ad una dichiarazione esplicita con la quale i Fabbrikanti stessi dichiarano di avere preso visione del presente disciplinare e si impegnano ad effettuare la fornitura di cui trattasi secondo i termini del disciplinare stesso. (Attestato di conformità).

Dovranno inoltre essere allegate anche le referenze relative alle applicazioni già effettuate fino a quella data.

L'Ente si riserva comunque la facoltà di richiedere all'Impresa un prototipo delle apparecchiature da sottoporre preventivamente alle prove, presso gli Istituti Universitari all'uopo attrezzati, con addebito all'Impresa stessa di tutte le spese relative.

E' vietato l'impiego di apparecchiature fornite da Ditte diverse o comunque difformi da quelle indicate. In caso di documentata irreperibilità dei materiali offerti, per cessazione di produzione da parte della ditta costruttrice proposta in offerta, o per altra causa, le varianti devono essere preventivamente concordate di volta in volta con la D.L. dell'Ente cui è riservata l'approvazione definitiva della variante proposta.

#### 2.2.2 Controlli di fabbricazione

Durante la fabbricazione tutte le apparecchiature devono essere sottoposte, a cura del Fabbrikante, alle verifiche e prove che siano prescritte dalle normative o suggerite dalla buona regola d'arte.

I pezzi che non soddisfano alle relative prescrizioni devono essere scartati.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Per tutta la durata della fabbricazione delle apparecchiature il personale dell'Impresa e dell'Ente avranno libero accesso negli stabilimenti od officine di produzione per controllare la rispondenza delle caratteristiche delle apparecchiature prodotte e dei materiali impiegati, nonché per effettuare ogni tipo di prova o controllo che riterrà necessario.

Di tali prove o controlli sarà redatto regolare verbale.

### 2.2.3 Prove di campo

Sui prototipi delle apparecchiature potranno essere effettuate a discrezione della D.L. prove di collaudo in campo che ne attestino la conformità ai requisiti di progetto.





### 3 TUBAZIONI

#### 3.1 Norme generali

Tutte le norme, se ritirate e sostituite dall'Ente emittente con nuove norme, si intendono sostituite con queste ultime anche nel presente disciplinare.

#### 3.2 Accettazione dei tubi

Dovranno essere effettuati controlli in stabilimenti ed in cantiere sulla corrispondenza della fornitura alle normative vigenti, alle prescrizioni dei capitolati speciali ed ai termini contrattuali.

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

L'accettazione dei tubi sarà regolata dalla prescrizioni del presente disciplinare di fornitura e del capitolato speciale di appalto (o disciplinare tecnico prestazionale).

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuati in stabilimento a controllo della produzione saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

Nel caso di tubi e pezzi speciali forniti dalla Amministrazione committente, l'accettazione della fornitura sarà subordinata all'esito positivo del preliminare esame della documentazione di accompagnamento e di prove e controlli integrativi eventualmente necessari.

#### 3.3 Il carico, il trasporto e lo scarico dei tubi

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

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi.

Nei cantieri dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

#### 3.4 L'accatastamento dei tubi

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

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

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

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

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.

### 3.5 Il deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

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

### 3.6 Lo sfilamento dei tubi

I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

### 3.7 La posa in opera

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

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

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

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



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

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

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

Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: l'impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

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

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

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre, dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C, per evitare danneggiamenti.

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

### 3.8 La prova d'isolamento

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

### 3.9 La giunzione dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi.

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

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



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

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

### 3.10 Il rinterro parziale

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.

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

Il rinterro verrà effettuato, salvo quanto in progetto, con materiale proveniente dagli scavi, selezionato o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al presente disciplinare.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Nei tubi di grande diametro, di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro secondo le prove indicate nel capitolato speciale e le ulteriori prescrizioni del direttore dei lavori, tenuto conto che dovranno essere rispettati i limiti di deformazione previsti nel disciplinare di fornitura del capitolato speciale d'appalto.

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

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

### 3.11 La prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi ed il rinfianco, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, con pressione, durata e modalità stabilite in progetto in funzione delle caratteristiche della condotta (tipo di tubo e giunto, pressione di esercizio, classi di impiego). Il direttore dei lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Prima della prova dovrà accertarsi la stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, se occorre, predisporre i contrasti necessari.

La prova, eseguita a giunti scoperti, , sarà ritenuta d'esito positivo sulla scorta delle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dell'esame visivo dei giunti.

La prova idraulica verrà ripetuta dopo il rinterro definitivo indicato al successivo paragrafo .



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

L'Impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature avanti dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

Tutti i danni, per quanto gravi e onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove saranno effettuate per tratti di lunghezza media di m 500, restando però in facoltà della Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

Ciascun tratto da provare sarà collegato con l'antecedente e con il seguente mediante scatole di prova destinate a ricevere le paratoie di arresto dell'acqua.

L'Amministrazione potrà prescrivere altri dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua: blocchi da rimuoversi in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

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

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a scavo chiuso.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, seguirà la visita accuratissima di tutti i giunti.

Eseguita la prova con esito favorevole si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza. Qualora le materie scavate fossero costituite da pietrame o detriti di roccia si sceglierà al vaglio la parte più fina (dimens. max cm 3) per costituire con essa un primo strato di almeno cm 30 di copertura e si procederà per strati successivi fino al completo rinterro con le modalità prescritte al successivo paragrafo.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Qualora la seconda prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti, il rinterro rinnovato. Dopo di ciò la prova potrà essere rinnovata con le stesse modalità di cui sopra. La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa.

La pressione base per la prova della condotta in opera sarà quella massima idrostatica relativa al tratto in prova, ovvero quella maggiore pressione dinamica che possa verificarsi in dipendenza del servizio cui la condotta è destinata, calcolata con i metodi apposti dell'idraulica secondo le indicazioni contenute nella "Normativa tecnica per le tubazioni" D.M. LL.PP. 12.12.1985.

Qualora la prova non riuscisse per perdite alle giunzioni, l'Appaltatore dovrà riparare le giunzioni difettose e ripetere la prova a sua cura e spese, e ciò finché non si verifichino le condizioni sopra specificate. Lo stesso dicasi qualora la prova non riuscisse per lesioni o rotture di tubi. Le prove saranno sempre eseguite in contraddittorio con la Direzione Lavori e l'Impresa e per ogni prova eseguita, sia l'esito favorevole o negativo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

### 3.12 Il rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si procederà al primo rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali stabiliti al paragrafo precedente.

Si dovrà quindi eseguire il reinterro definitivo impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.

### 3.13 Collaudo

Nell'ambito del collaudo delle condotte verranno eseguite prove di tenuta secondo le prescrizioni indicate nel capitolato speciale di appalto.

Le pressioni di collaudo in campo,  $p_c$  per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio  $p_E$ : esse dovranno comunque risultare  $p_c = 1.5 p_E$  (salvo maggiori valori indicati nel capitolato speciale di appalto), sempreché detto valore risulti superiore a  $p_E + 2$  ( $\text{kgf/cm}^2$ ), valore limite inferiore per le pressioni  $p_c$ .

Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a m. 0,50 circa.





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate controllate e verbalizzate dal direttore dei lavori; i relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo, di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
Acciaio saldato e non saldato	Prova per pressione interna o comportamento del materiale a trazione Prova di schiacciamento o comportamento del materiale a flessione	UNI 6363/84 par. 9.7.1. UNI 6363/84 tubi saldati par. 9.7.5/6 tubi senza saldatura par. 9.7.7	
Ghisa grigia	Prova per pressione interna Prova di flessione su anello o comportamento a flessione	UNI 5336/69 par. 11.1 UNI 5336/69 par. 11.2.2 par. 11.2.3	
Ghisa a grafite sferoidale	Prova per pressione interna Comportamento del materiale a trazione	UNI ISO 2531/81 par. 16.2 UNI ISO 2531/81 par. 14	
PVC rigido non plastificato	Prova per pressione interna $T = 20^{\circ}\text{C}, t = 1^{\text{h}}$ $T = 60^{\circ}\text{C}, t = 1^{\text{h}}$ $T = 60^{\circ}\text{C}, t = 1000^{\text{h}}$	UNI 7448/75 par. 3.8	UNI 7441/75 par. 7
Polietilene ad alta densità	Prova per pressione interna	UNI 7611 par. 10	UNI 7611 par. 7
Amianto-cemento	Prova per pressione interna (scoppio) Prova di flessione trasversale (rottura)	UNI 4372/76, 4372A/76 par. 5.2 par. A5.2 UNI 4372/76 4372A/76 par. 5.3 par. A5.3	UNI 4372/76, 4372A/76 par. 2.4 par. 2.2A
Cemento armato (senza lamierino) (**)	Prova di pressione interna; rottura $p_r^3 \leq p^* + 1.5$ $p^* \leq 3 \text{ kgf/cm}^2$ ovvero $p_r \leq 1.5 p^*$ ( $p^* > 3 \text{ kgf/cm}^2$ ) Prova di flessione trasversale (fessurazione e rottura): fessurazione $N_f \leq 65 \text{ D kgf/m}$ , rottura $N_r \leq 97.5 \text{ D kgf/m}$ (D diametro interno, cm)	$p_h/p_r \leq 0.67$ $p = 1, 4 \text{ kgf/cm}^2$ $p_h/p_r \leq 0.75$ $p > 4 \text{ kgf/cm}^2$	





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
Cemento precompresso senza lamierino (**)	Prova per pressione interna, fessurazione: $p_{fo} \geq 1.25 p^*$ ( $p_{fo}$ pressione fessurazione a deformazioni lente esaurite)	$p_h/p_f \geq 0.80$	

Tabella 1 – Prove di pressione per gli acquedotti

(\*) per adeguarsi alle grandezze del S.I. si ricordano le seguenti uguaglianze:

$$1 \text{ Newton} = 1 \text{ kgf}/9.81$$

$$1 \text{ Pascal} = 1 \text{ Newton}/\text{m}^2$$

(\*\*)  $p^*$  rappresenta il maggiore dei due valori espressi da  $p_n$  pressione nominale e da  $p_c$  = pressione di collaudo in campo. Le norme richiamate devono intendersi riferite all'anno indicato e ai successivi aggiornamenti.

### 3.13.1 Tubazioni metalliche

Le tubazioni di acciaio saranno sottoposte nei singoli tratti in tutte e due le prove ad una pressione pari ad una volta e mezzo quella di esercizio e, in ogni caso, non inferiore a 15 atm. e la prima prova avrà la durata di 8 ore, la seconda di 4.

Le prove saranno effettuate riempiendo di acqua il tratto da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 atm. al minuto primo.

### 3.13.2 Tubazioni in PEAD

La procedura di applicazione della pressione di prova si articola come segue:

- Preparazione:** Effettuare un lento riempimento con acqua a velocità inferiore a 1 m/s evitando di generare colpi d'ariete. A riempimento avvenuto si effettua lo sfiato e si lascia stabilizzare la condotta in queste condizioni per non meno di 3 ore.
- Pressurizzazione:** chiudere le valvole di sfiato e portare progressivamente la condotta a alla pressione di collaudo  $P_{coll}$ , definita come:



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

$$P_{coll} = 1,5 \cdot P_E$$

Dove:

- $P_{coll}$  = pressione di collaudo. Tale valore non può comunque essere inferiore a  $P_E + 2$  (bar) o a 6 bar
- $P_E$  = massima pressione di esercizio ammessa in uso continuo (MOP).

Per il PE100 si raccomanda di non superare la pressione di collaudo  $P_{coll}$  MOP + 5 (bar)

Nel caso di tubazioni soggette a temperature di collaudo superiori a 20 °C occorrerà tenerne conto moltiplicando  $P_{coll}$  per un coefficiente di riduzione della pressione  $C_T$ , definito come:

$$C_T = 1,260 - 0,013 \cdot T$$

Nella tabella 1 sotto sono riportati i valori di  $C_T$  per diverse temperature

Tab. 1

$T$ (°C)	$C_T$
20	1
25	0.94
30	0.87
35	0.81
40	0.74

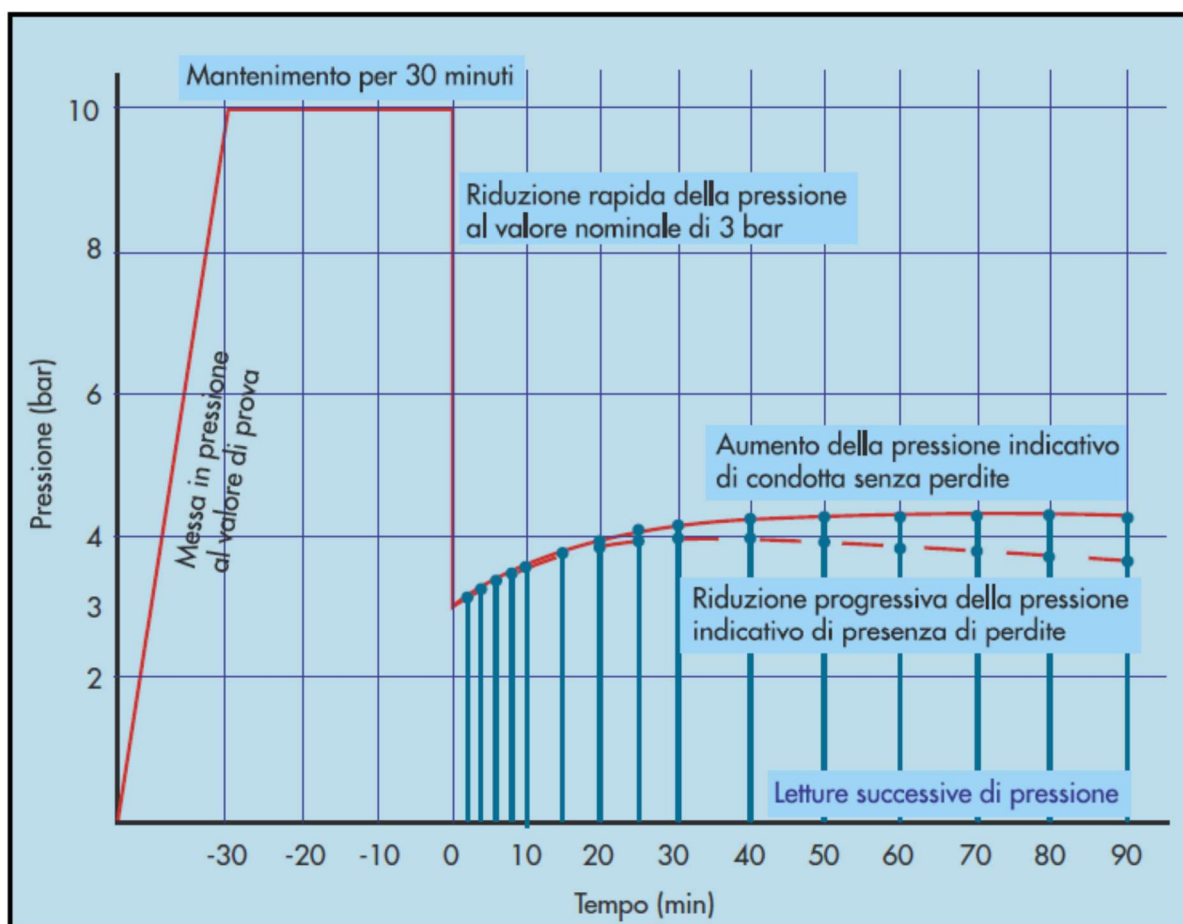
1. **Mantenimento:** mantenere  $P_{coll}$  per 30 minuti ripristinando eventuali cadute di pressione con successivi pompaggi, in modo da compensare l'aumento di volume dovuto alla dilatazione della condotta. Effettuare l'ispezione del sistema per individuare eventuali perdite.
2. **Riduzione della pressione:** Ridurre progressivamente la pressione fino a raggiungere la pressione di 3 bar, spillando dalla valvola di sfiato. Al raggiungimento di 300 kPa il sistema viene chiuso e si dà inizio alla registrazione dei dati. Si rilevano e registrano i valori di pressioni nei 90 minuti seguenti.
3. **Contrazione:** per effetto del comportamento visco-elastico del polietilene, il diametro della condotta tenderà a contrarsi causando un aumento della pressione. In tale fase, registrare per 90 minuti (successivamente allo spillamento) la pressione all'interno della condotta. La frequenza di registrazione è indicata nella tabella che segue.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Tempo trascorso (min)	Frequenza delle letture (min)	N° letture
0-10	2	6
10-30	5	4
30-90	10	6

I valori riportati su un diagramma P/t dovranno indicare nell'ultimo tratto (vedi figura) un andamento crescente che dipende dalla contrazione indotta sulla tubazione dal veloce scarico d'acqua. In questo caso l'esito del collaudo è considerato positivo. Un andamento decrescente indica la presenza di perdite nel sistema. In questo caso l'esito del collaudo è considerato negativo e si procede al controllo dei giunti meccanici e di quelli saldati per individuare le perdite, eliminate le quali il collaudo deve essere ripetuto.





## 4 TUBAZIONI IN PEAD

La presente specifica ha lo scopo di regolamentare le modalità di fornitura di tubi in polietilene ad alta densità PE 100, da impiegare per la realizzazione della rete di progetto.

### 4.1 Riferimenti normativi

- UNI EN 12201-1:2012 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione” - Polietilene (PE) - Parte 1: generalità”
- UNI EN 12201-2:2013 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: tubi”.
- DM 06 aprile 2004 n°174 “Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano”.
- UNI EN1622 “Qualità dell'acqua - determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)”.
- PAS 1075 (2009) “Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing”

### 4.2 Oggetto della fornitura

Tubi in Polietilene PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201 del 2004, e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche". I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

### 4.3 Materia prima

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare. Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito.


**DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE**

Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto ( $2 \div 2.5\%$  in peso). Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm. Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

**Tabella n. 1 : Requisiti della materia prima**

Prova	Valore di riferimento	Riferimento normativo
Massa volumica	$^3 955-965 \text{ kg/m}^3$	ISO 1183
Contenuto di carbon black	$2 \div 2,5 \%$	ISO 6964
Dispersione del carbon black	£ grado 3	ISO 18553
Tempo di induzione all'ossidazione (OIT)	$> 20 \text{ min a } 210^\circ \text{ C}$	EN 728
Indice di fluidità per 5 kg a $190^\circ \text{C}$ per 10 min-MFI	$0,2 \div 0,5 \text{ g/10 min}$	ISO 1133
Contenuto sostanze volatili	£ 350 mg/kg	EN 12099
Contenuto di acqua	£ 300 mg/kg	EN 12118

Le linee di riconoscimento dovranno essere 8 e saranno formate esclusivamente per coestrusione e dovranno essere di colore blu.

Il materiale utilizzato per la coestrusione sarà possibilmente omologo, o quanto meno compatibile per MRS, con il materiale utilizzato per l'estrusione del tubo.

Non è ammesso: L'impiego anche se parziale di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

#### 4.4 Controlli

La materia prima e i tubi devono essere controllati secondo i piani di controllo sotto indicati, nei quali sono riportati i metodi di prova e la frequenza minima:

Controlli su materia prima	Frequenza	Metodo di prova
Melt Flow Index (MFI) 190°C/5 kg/10'	Ogni carico	ISO 1133
Densità	Ogni carico	ISO 1183
O.I.T. a 210°C	Ogni carico	EN 728
Contenuto di carbon black	Ogni carico	ISO 6964
Dispersione del carbon black	Ogni carico	ISO 18553
Contenuto d'acqua	Ogni carico	EN 12118

Il contenuto d'acqua della materia deve essere inoltre misurato (mediante determinazione coulometrica di Karl Fisher), prelevando un campione dalla tramoggia di carico dell'estrusore, con cadenza giornaliera.

#### Tubi in PE 100

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Aspetto e dimensioni	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Diametro esterno medio	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Ovalizzazione	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Spessore	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Tensioni interne (ritiro a caldo)	Ogni 24 ore	EN 743
Resistenza alla pressione 100h/20°C/12.4 MPa	interna: Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	EN 921
Resistenza alla pressione 165h/80°C/5.5 MPa	interna: Una volta alla settimana per ogni linea di produzione	EN 921
Resistenza alla pressione 1000h/80°C/5.0 MPa	interna: Una volta all'anno per ogni linea di produzione	EN 921
Indice di fluidità (MFI) 190°C /5 kg / 10'	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 1133
O.I.T. a 210°C	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	EN 728
Dispersione del carbon black	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 18553
Tensione di snervamento	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 6259
Allungamento a rottura	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 6259





#### 4.5 Certificazione di qualità

La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alla norma ISO 9001:2000 e ISO 14001:1996, rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.

Saranno inoltre preferiti i produttori che, oltre alla certificazione italiana della UNI-IIP-Italia, siano in possesso di certificazioni di qualità rilasciate e riconosciute da altri Enti di paesi europei, quali ad esempio:

- Österreichische Normungsinstitut e marchio ÖVGW – Austria
- Association Francaise de Normalisation – Francia

#### 4.6 Diritti ispettivi della committente

L'Azienda committente potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
- prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo e/o di materia prima, sia in tramoggia di alimentazione dell'estrusore, sia da sacchi o da silos di stoccaggio;
- esecuzione, in presenza di delegati della committente, di qualsiasi delle prove previste al precedente punto 3;
- analisi di corrispondenza quali e quantitativa tra tubo e compound dichiarato in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici dei compound da delegare al produttore di materia prima.

Le spese relative ai controlli di qualità sono ad esclusivo carico del fornitore qualora siano effettuate presso il Laboratorio dello stesso.

Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dall'eventuale ritiro di tubi già consegnati alla committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste.

In caso di non rispondenza delle forniture alle specifiche della committente e a quanto dichiarato sulla marcatura del tubo, e in caso di incapacità del fornitore di eseguire in proprio le prove previste, la committente ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno come previsto dall'art. 1497 del Codice Civile.

#### 4.7 Marcatura delle tubazioni

La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile.





DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Essa conterrà come minimo:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente riconosciuto;
- tipo di materiale (PE 100);
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), Spessore;
- codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore.

I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.



## 5 TUBAZIONI IN POLIETILENE STRUTTURATO A.D. A DOPPIA PARETE

Tubo strutturato in polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete, liscia internamente di colore chiaro (non nero) ed esternamente di colore nero, per condotte di scarico interrate non in pressione, idoneo per scarichi civili ed industriali, in polietilene con densità maggiore di  $930\text{kg/m}^3$ , prodotto in conformità al EN 13476-1 tipo B, certificato dal marchio P IIP/a rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici, controllato secondo gli standard ISO 9001, con classe di rigidità pari SN 8  $\text{kN/m}^2$ , in barre da 6m (o 12m), con giunzione mediante manicotto in PEAD ad innesto o bicchiere a marchio P IIP/a e guarnizione a labbro in EPDM.

### Norme di Riferimento

- UNI 7615:1976 Tubi di polietilene ad alta densità, Metodi di prova.
- UNI EN 12666-1:2006 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.

Il tubo e i pezzi speciali devono essere prodotti da azienda certificata ISO9001:2008 e ISO 14001:2004 e riportare e rispettare:

- norma di riferimento
- marchio di qualità
- data di produzione lotto e trafilatura
- Diametro nominale e relative tolleranze;
- Classe di rigidità circonferenziale SN rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969;
- Tenuta idraulica del sistema di giunzione certificata a 0,5 bar in pressione e 0,3 bar in depressione secondo norma EN 13476-1;
- Marcatura secondo norma;
- Resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma EN 295-3



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Le tubazioni in Polietilene corrugate a doppia parete, prodotte in stabilimento certificato a norma EN ISO 9001:2000 e conformi alle norme UNI EN 13476-1, dovrà essere realizzato con granulo di prima qualità, che soddisfa i requisiti della normativa.

Il sistema di giunzione potrà essere a bicchiere o mediante manicotto e guarnizioni elastomeriche.

Il manicotto sarà conforme alle prescrizioni del EN 13476-1, il cui elemento determinante è il diametro interno che deve essere congruente con il diametro esterno della tubazione. Risulta liscio internamente con un anello di battuta nella parte centrale. La sua lunghezza permette l'inserimento di più costole al suo interno da entrambe le parti, in modo da assicurare l'allineamento dei tubi ed evitare rischi di sfilamento.

La guarnizione è realizzata su specifico disegno, sempre rispondente alle prescrizioni della normativa. La particolare forma e posizione della guarnizione e la lunghezza del manicotto garantiscono, in fase di infilaggio, che la guarnizione non venga danneggiata né si possa verificare una deviazione angolare tale da causare deformazioni differenziate e quindi perdite. Il materiale della guarnizione, presenta comunque un'adeguata resistenza alla eventuale abrasione che si potrebbe verificare in conseguenza di fenomeni vorticosi per difettoso avvicinamento delle testate del tubo. Le fasi di giunzione sono le seguenti. Inizialmente è opportuno pulire accuratamente la parete esterna del tubo, quella interna del manicotto e le guarnizioni a corredo, eliminando lo sporco che ivi si è depositato. Si inserisce la guarnizione nell'incavo tra la prima e la seconda costola, che seguono la testata del tubo, con il labbro rivolto nella direzione opposta a quello di infilaggio, assicurandosi che non resti attorcigliata. In questo modo si assicura una resistenza ottimale alle infiltrazioni dovute all'acqua di falda, che sono particolarmente pericolose per la gestione degli impianti di trattamento. A questo punto avviene l'infilaggio del manicotto/bicchiere previa lubrificazione della parete esterna del tubo e di quella interna del manicotto/bicchiere. L'infilaggio deve essere effettuato con mezzi e/o tecniche che permettano una spinta costante ed uniforme o tiro assiale, fino al raggiungimento della battuta interna, evitando di dare martellate che possono danneggiare guarnizione e manicotto



## 6 TUBAZIONI DI PVC-U DESTINATI ALL'ADDUZIONE DI FLUIDI IN PRESSIONE

### 6.1 Scopo e campo di applicazione

La presente specifica ha lo scopo di regolamentare le modalità di fornitura e collaudo dei tubi di tubi di PVC-U per l'adduzione di acqua e fluidi alimentari in pressione, conformi al DLgs 06/04/2004 n.ro 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" e per le fognature in pressione.

### 6.2 Norme di riferimento

UNI EN ISO 1452 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione – Policloruro di vinile non plastificato PVC-U.

### 6.3 Requisiti prescritti

#### 6.3.1 Materia prima

La miscela (Blend) deve essere costituita principalmente da PVC (polivinilcloruro) con la sola aggiunta di fluidificanti e stabilizzanti atossici, cariche inerti ed altri additivi nelle quantità strettamente necessarie alla estrusione e a garantire la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione sia durante la vita utile del prodotto.

Il blend utilizzato per la produzione dei tubi, in forma di granulo o polvere non deve essere stato sottoposto ad alcun uso o lavorazione diversi da quelli richiesti per la produzione dei tubi.

**Non è ammesso** l'impiego di plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche ed igieniche del tubo;

Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti di UNI EN ISO 1452-1 e soddisfare la seguente tabella:

#### 6.3.1.1 Caratteristiche della resina (polvere) di pvc

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	65 ÷ 70
Peso specifico apparente	0,5 ÷ 0,6
Granulometria	> 250 mm 5% max. < 63 mm 5% max.
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1mg/kg max.)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

#### 6.3.1.2 Caratteristiche della miscela (blend) pvc-u

Le caratteristiche del Blend in forma di tubo, devono rispondere ai requisiti di UNI EN ISO 1452-1 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti
-----------------	-----------



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	$\geq 25$ MPa
Peso specifico	$1,35 \div 1,46$ g/cm <sup>3</sup>
Carico unitario a snervamento	$\geq 48$ MPa
Allungamento a snervamento	$< 10\%$
Modulo di elasticità	$> 3.000$ MPa
Coeff. di dilatazione termica lineare	$0,06 \div 0,08$ mm/m°C
Conduttività termica	$0,13$ kcal/mh°C

## 6.3.1.3 Verifica di compound nei tubi di pvc-u 250

Se è a disposizione un risultato sperimentale riguardante le prestazioni a lungo termine, allora il valore di MRS può non essere valutato. In tal caso, dovranno essere realizzate delle prove su 5 provini in parallelo per ogni condizione scelta. Tutti i valori ottenuti dovranno collocarsi sopra o al di sopra del valore di sforzo minimo fornito dalla curva di Figura 1 della norma UNI EN ISO 1452-1.

In alternativa, il tempo di prova di 10 provini per temperatura si può collocare lungo la curva di minimo data come riferimento. In tal caso, sia per temperature di 20 e 60°C il tempo di prova dovrà essere da 100 ore a 5000 ore. Il tempo di 3 provini dovrà essere compreso tra 3000 e 5000 ore.

La seguente tabella mostra la relazione tra temperatura di utilizzo e durata in cui si verifica la fratturazione.

temperatura	anni
20 °C	100
30 °C	50
40 °C	40
50 °C	25
60 °C	25

## 6.3.2 Tubi

I tubi devono essere prodotti con materia prima (miscela di PVC) rispondente ai requisiti del punto precedente ed avere:

<b>Colore</b>	<b>Grigio</b> In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.	RAL 7011
<b>Aspetto</b>	La superficie interna ed esterna dei tubi deve essere liscia, pulita e priva di cavità, impurità e porosità e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa impedire la loro conformità alla norma di riferimento ed alla presente specifica.	UNI EN 1452



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

### 6.3.2.1 Utilizzo materiale da riciclo

L'uso di materiale proprio riprocessabile ottenuto durante la produzione di prodotti conformi alla ISO 1452 è permesso in aggiunta a materiale vergine.

Materiale riprocessabile proveniente da fonti esterne e materiale riciclabile non deve essere usato.

### 6.3.2.2 Caratteristiche meccanico – fisiche

Le caratteristiche dei tubi devono rispondere ai requisiti di UNI EN ISO 1452-2 e soddisfare la seguente tabella:

Caratteristiche	Requisiti			Metodi di prova
Resistenza all'urto	T = 0°C - TIR < 10% Conformi al prospetto 6 di UNI EN 1452-2			UNI EN 744
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova 20 °C / 1h / sigma= 42 Mpa 20 °C / 100h / sigma= 35 MPa 60 °C / 1000h / sigma= 12.5 MPa			ISO 1167-1 e 2
Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	≥ 80 °C	Conformi alla ISO 2507-1		ISO 2507-1
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture.	Temperatura di prova	150 °C	ISO 2505 Metodo A: bagno liquido
		Tempo di immersione per: e ≤ 8 mm e > 8 mm	15 min 30 min	
		oppure		
		Temperatura di prova Tempo di immersione: e ≤ 8 mm e > 8 mm	150 °C 30 min 60 min	ISO 2505 Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova Tempo di immersione:	15 °C 30 min	ISO 9852

### 6.3.2.3 Giunzioni bicchiere

Le giunzioni sono a bicchiere per incollaggio.



DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

### 6.3.2.4 Marcatura minima

La marcatura minima su ogni metro di tubo deve essere indelebile e riportare almeno i seguenti dati:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- numero della norma di sistema (UNI EN ISO 1452)
- Marchio di Qualità del prodotto
- materia prima (PVC-U)
- diametro esterno del tubo X spessore;
- pressione nominale (PN) e SDR e/o serie (S...);
- giorno, mese, anno e turno di produzione;
- numero della linea di estrusione;
- data produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al produttore.

### 6.3.2.5 Caratteristiche geometriche - dimensioni dei tubi

#### Diametri, spessori e tolleranze

I tubi devono essere dei formati (SDR) previsti dalla Premessa Nazionale alla UNI EN 1452 e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti 1, 2, 3 del Cap. 6 di UNI EN 1452-2 "Caratteristiche Geometriche".

In particolare in questo disciplinare si riporta il prospetto degli spessori minimi di parete espressi in mm:

Diametro esterno De (mm)	Spessore di parete nominale (minimo) (mm)			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
20			1.5	1.9
25			1.9	2.3
32			2.4	2.9
40	1.5	1.9	3.0	3.7
50	1.6	2.4	3.7	4.6
63	2.0	3.0	4.7	5.8
75	2.3	3.6	5.6	6.8
90	2.8	4.3	6.7	8.2
110	2.7	4.2	6.6	8.1





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

125	3.1	4.8	7.4	9.2
140	3.5	5.4	8.3	10.3
160	4.0	6.2	9.5	11.8
180	4.4	6.9	10.7	13.3
200	4.9	7.7	11.9	14.7
225	5.5	8.6	13.4	16.6
250	6.2	9.6	14.8	18.4
280	6.9	10.7	16.6	20.6
315	7.7	12.1	18.7	23.2
355	8.7	13.6	21.1	26.1
400	9.8	15.3	23.7	29.4
450	11.0	17.2	26.7	33.1
500	12.3	19.1	29.7	36.8
630	15.4	24.1		
710	17.4	27.2		
800	19.6	30.6		
900	22.0			
1000	24.5			

**Lunghezze**

I tubi devono essere forniti per tutti i De richiesti in barre di lunghezza nominale di 6 m.

Per lunghezza nominale si intende la lunghezza del tubo escluso il bicchiere.

**Estremità dei tubi**

Ogni tubo dovrà pervenire con l'estremità liscia (codolo) tagliata nettamente e perpendicolare all'asse del tubo stesso con uno smusso esterno di 15°.

## 6.4 Controlli e responsabilità

Il committente si riserva il diritto di presenziare con propri incaricati alle prove ed agli esami per l'accertamento dei requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione ed alla presente specifica.

Il fornitore s'impegna perciò a favorire il libero accesso degli incaricati dal committente agli impianti di fabbricazione dei tubi, in ogni momento delle diverse fasi produttive e ai laboratori in ogni momento delle fasi di controllo e collaudo, comunicando con ragionevole anticipo la data di inizio della fabbricazione dei tubi commissionati, concedendo altresì agli incaricati piena libertà di azione, compatibilmente con le esigenze di produzione, per i controlli del caso.

Il committente si riserva il diritto di verificare mediante prelievo di campioni di tubo e/o di materia prima, la rispondenza a questa specifica e a quanto dichiarato dal fornitore.

Resta inteso che la presenza degli incaricati in occasione delle prove o degli esami di cui ai punti precedenti, non può considerarsi in ogni caso sostitutiva dei controlli del fornitore, rimanendo egli il solo responsabile della qualità dei tubi che produce.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Il fornitore si assume ogni e qualsiasi onere conseguente le consegne di tubo non conforme ai requisiti previsti dalla presente specifica.

## 6.5 Documenti e certificazioni di qualità

Il fornitore in fase di offerta dovrà allegare:

- la certificazione di conformità del Sistema di Gestione della Qualità a UNI EN ISO 9000 da parte di istituto o società indipendente, rilasciata conformemente a UNI CEI EN 45012;
- dichiarazione firmata dell'utilizzo di materia prima (miscela) vergine ed esente da rilavorati e sostanze dannose all'organismo;
- la certificazione di conformità di prodotto alla norma UNI EN ISO 1452 dei tubi rilasciata da parte di istituto, ente o società indipendente conformemente a UNI CEI EN 45011.

## 6.6 Assistenza post vendita

Se concordato in sede d'ordine il fornitore deve garantire:

- l'assistenza da parte di un tecnico qualificato in occasione dell'inizio lavori di cantiere per la verifica delle corrette modalità di posa (raccomandazioni di riferimento secondo norme UNI EN ISO 1452 – 6 e ENV 1046);
- l'assistenza da parte di personale competente in merito alle procedure di collaudo in opera (nel caso di acquedotti, previsto per legge secondo DM 12.12.85) di condotte interrate per fluidi in pressione (esecuzione secondo metodo UNI EN 805, collaudo idraulico di condotte a comportamento viscoelastico).

## 6.7 Movimentazione e trasporto dei materiali

Per la movimentazione ed il trasporto dei tubi dovranno essere messi in atto tutti quei procedimenti idonei a far sì che questi giungano alla consegna perfettamente integri. L'eventuale deterioramento dei tubi, constatato all'atto della consegna, implica la contestazione del materiale difettoso. I pezzi contestati resteranno a disposizione del fornitore, le riparazioni ed i controlli saranno a suo carico.

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei pezzi speciali si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985 (e successive modifiche e integrazioni) del documento.

### 6.7.1 Trasporto dei tubi

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.

Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni. Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

realizzate con funi o con bande di canapa, nylon o simili, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

#### 6.7.2 Carico, scarico e movimentazione

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità.

Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura “da non usare” e segregato in apposita zona.

Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori del Committente il quale prenderà gli opportuni provvedimenti a suo insindacabile giudizio.

Nell'impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l'operatore al comando della gru e l'operatore che si trova a terra.

#### 6.7.3 Accatastamento dei tubi

La soluzione ottimale di accatastamento tubi è realizzata con gabbie di legno o in altro materiale, in grado di resistere al peso del bancale sovrastante. Tale operazione deve essere svolta con la massima cura, specialmente nei confronti dell'allineamento dei bancali stessi. Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale, e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

#### 6.7.4 Conservazione dei materiali

E' indispensabile predisporre le misure necessarie affinché, in caso di stoccaggio non breve, siano disponibili locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PVC-U e dei raccordi plastici, allo scopo di evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico – meccaniche dei materiali.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

I raccordi possono essere imballati in differenti modi, in base alla forma, dimensione e tipo di trasporto; se forniti sfusi, si deve aver cura di non ammassarli disordinatamente, evitando urti fra loro e con altri materiali pesanti.

In ogni caso è da evitare la vicinanza di fonti di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari, fino all'atto del loro impiego.

Analoghe indicazioni valgono per la conservazione dei lubrificanti.

## 6.8 Modalità e procedure di posa in opera

### 6.8.1 Tipologie degli scavi

Il tipo di scavo previsto in progetto in base alla valutazione dei carichi, al tipo di terreno e all'organizzazione di cantiere deve poi essere "scrupolosamente" realizzato nella successiva fase esecutiva.

In sede esecutiva, quindi, è essenziale la corrispondenza scrupolosa tra il progetto e l'effettiva realizzazione.

In tabella si riportano le principali tipologie di scavo rapportando tra loro il diametro della tubazione (D in metri), la larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo (B in metri) e l'altezza di riempimento sulla generatrice superiore della tubazione (H in metri):

Tipo di trincea	B (larghezza scavo)	
<b>Trincea stretta</b>	$\leq 3 D$	$< H/2$
Trincea larga	$3 < D < 10$	$< H/2$
Terrapieno	$\geq 10 D$	$\geq H/2$

### 6.8.2 Trincea stretta

E' la migliore sistemazione nella quale collocare un tubo in PVC-U. La tubazione è alleggerita del carico sovrastante, trasmettendo parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto stesso è sottoposto.

### 6.8.3 Trincea larga

Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire da quest'ipotesi per conservare un buon grado di sicurezza nei calcoli di dimensionamento.

### 6.8.4 Terrapieno (posizione positiva)

La sommità del tubo si colloca sul livello naturale del terreno.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Se è prevista l'azione di carichi pesanti, non deve essere adottata questa tipologia di posa a causa dei cedimenti del terreno indotti dall'assenza dei fianchi di scavo.

#### 6.8.5 Terrapieno (posizione negativa)

La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno.

A seguito di un attrito, anche se modesto, tra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo riesce a sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nella sistemazione a trincea stretta e larga, per cui anche questa tipologia di posa è sconsigliabile.

#### 6.8.6 Profondità della trincea

La profondità della tubazione H (in metri), intesa come distanza tra il piano di campagna e la generatrice superiore della condotta, deve soddisfare il più cautelativo fra i seguenti requisiti, nei quali D è il diametro esterno espresso in metri:

$$H \geq 1,0$$

$$H \geq 1,5 D$$

#### 6.8.7 Larghezza della trincea

E' determinata dalla profondità di posa e dal diametro della tubazione, dovendo consentire la sistemazione del fondo, la congiunzione dei tubi e l'agibilità del personale. La larghezza minima del fondo B (in metri) è di norma:

$$B = D + 0,5 \quad \text{per } D \leq 0,4 \text{ m}$$

$$B = 2D \quad \text{per } D \geq 0,5 \text{ m.}$$

Per altro verso, non si devono superare di molto tali valori limite inferiori, poiché l'efficienza della trincea è tanto maggiore quanto minore è la sua larghezza.

#### 6.8.8 Fondo della trincea

Le trincee devono essere realizzate senza cunette o asperità, in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano fondi costruiti con gettate di cemento o simili perché irrigidiscono la struttura.

Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi.

Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno, a causa di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il fondo con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione, disponendo intorno ad essi uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

appropriato; occorre, in altre parole, assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

#### 6.8.9 Letto di posa

Alla canalizzazione in PVC-U deve essere assicurato un letto di posa stabile e a superficie piana, nonché libero da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali.

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea.

Il materiale utilizzato in condizioni di posa normali è la sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Nei terreni in pendenza è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura massima pari a 10/15 mm.

Il materiale deve poi essere accuratamente compattato e raggiungere uno spessore di almeno (10+1/10D) cm,

#### 6.8.10 Norme di compattazione e controlli qualitativi

Poiché le tubazioni di PVC-U sono flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, poiché il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Per assicurare la stabilità e l'integrità nel tempo delle condotte costruite, si precisa, quale norma per l'appaltatore, che il letto di posa, il rinfiamento ed il primo ricoprimento delle tubazioni in PVC-U, devono essere eseguiti con la scrupolosa applicazione di quanto riportato nelle presenti norme.

Il grado di compattazione del materiale costituente il rinfiamento influisce in modo determinante sul valore di deformazione diametrale ( $\Delta x/D$ ) della tubazione; tale valore, che non deve superare i limiti ammissibili stabiliti, è ricavabile dalla formula di Spangler:

$$\Delta x = \frac{0,125 \cdot Q}{E \cdot (s/D)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

- Q = carico totale esterno sul tubo [kg/m];
- E = modulo elastico del tubo [kg/m<sup>2</sup>];
- s = spessore tubo [m];





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- D = diametro del tubo [m];
- $E_1$  = modulo elastico del terreno [kg/m<sup>2</sup>].

In particolare  $E_1$  dipende dal fattore  $\alpha'$  di compattazione secondo la relazione:

$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^4}{\alpha'} \cdot (H + 4),$$

dove H [m] è l' altezza del riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo.

A sua volta  $\alpha'$  è collegato all'indice Proctor, nel modo indicato dalla tabella seguente:

Prova Proctor	$\alpha'$
95%	1,0
90%	1,5
85%	$1,5^2$
80%	$1,5^3$
75%	$1,5^4$

L'indice Proctor definisce convenzionalmente il grado di compattazione di un terreno.

Per le tubazioni di PVC-U deve essere considerato un **indice di Proctor almeno pari al 90%**.

L'ottenimento del valore richiesto per l'indice Proctor deve essere verificato mediante l'esecuzione di apposite prove e relative certificazioni, il cui numero è stabilito in fase di progettazione.

Le suddette prove, definite “prove di costipamento e determinazione delle caratteristiche di densità dei materiali”, devono essere effettuate col metodo AASHO standard con 4 punti della curva densità/contenuto d'acqua.

Per ottenere la densità richiesta si utilizzano opportuni metodi di costipamento (a mano, con pigiatoi piatti o con apparecchi meccanici leggeri).





### 6.8.11 Posa del tubo

Prima della posa in opera, i tubi devono essere ispezionati singolarmente per scoprire eventuali difetti; i codoli e i bicchieri devono essere integri.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri (anche se l'ingombro del bicchiere è minimo, è buona norma prevedere una nicchia in corrispondenza del suo appoggio) devono, se necessario, essere accuratamente riempite onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri.

### 6.8.12 Procedura di rinterro

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera. Trattandosi, infatti, di tubazioni in PVC-U, l'uniformità del terreno è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale già usato per la costruzione del letto è sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20 cm, fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che lo strato  $L_1$  di rinfiacco tra tubo e parete sia continuo e compatto.

Il secondo strato di rinfiacco  $L_2$  giunge fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione deve essere eseguita sempre con la massima attenzione.

Il terzo strato  $L_3$  arriva a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo. La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

Il rinfiacco con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua.

L'ulteriore riempimento (strati  $L_4$  e  $L_5$ ) è effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali; va eseguito per strati successivi pari a 20 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo), in modo tale che la densità della terra in sito raggiunga, a costipazione effettuata, il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

Il materiale più grossolano (pietriccio con diametro  $> 2$  cm) non deve superare il limite del 30%.



Va lasciato, infine, uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

### 6.8.13 Condizioni di posa particolari

In presenza di falda freatica bisogna assicurarsi che detta falda non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. Occorre, allo scopo, consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, evitando ogni possibile instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura. Qualora nel corso dei lavori si verificassero, per tratti limitati, condizioni di posa più gravose di quelle di progetto (sgrottamento delle pareti, frane, ecc.) si deve procedere ad opere di protezione che riconducano le condizioni di posa a quelle prescritte, con la realizzazione d'appositi muretti di pietrame o calcestruzzo atti a ridurre la lunghezza della sezione di scavo, o d'altra opportuna soluzione autorizzata dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui, per ragioni tecniche, l'altezza H di ricoprimento in qualche punto debba risultare inferiore ai minimi prescritti, occorre far assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione (diaframmi rigidi di protezione e di ripartizione dei carichi da collocare sopra l'ultimo strato di materiale minuto compatto), secondo apposito ordine della Direzione Lavori.

In caso di attraversamento di linee ferroviarie, si può:

- prevedere un tubo guaina protettivo in acciaio rivestito;
- posare la tubazione in un cunicolo in cemento armato.

## 6.9 Esecuzione delle giunzioni

Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali.

Si provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre; la guarnizione deve essere inserita (se non già premontata) nella apposita sede presente all'interno del bicchiere, in seguito:

lubrificare la superficie esterna del codolo (estremità liscia del tubo) e la superficie interna del bicchiere con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.). Evitare l'uso d'oli o grassi minerali che possono danneggiare la guarnizione;

infilare la testata della tubazione fino a che l'estremità bicchiere non giunge a fine corsa, non forzare oltre. La perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

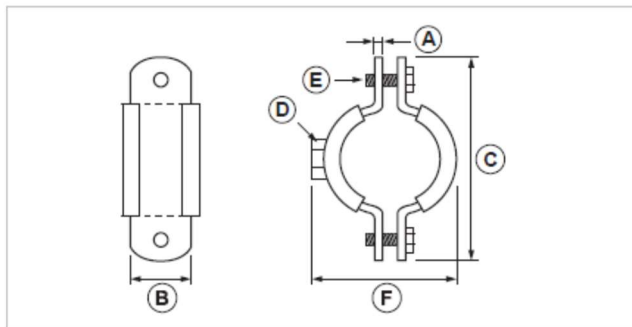


## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

## 7 ANCORAGGI PER TUBAZIONI

### 7.1 Collare pesante inox con gomma EPDM

Il collare pesante sarà realizzato in acciaio inox con gomma EPDM con le seguenti dimensioni



Per tubi Ø mm	A	B	C	D	E	F
12-18	2	20	57,5	M8	TE/TC M6 x 20	33
19-23	2	20	65	M8	TE/TC M6 x 20	38
25-30	2	20	72	M8	TE/TC M6 x 20	44
33-38	2	20	80	M8	TE/TC M6 x 20	54
39-44	2	20	86,5	M8	TE/TC M6 x 20	61,5
45-49	2	20	93	M8	TE/TC M6 x 20	65,5
50-54	2	20	100,5	M8	TE/TC M6 x 20	68
59-64	2,5	30	122,5	M10	TE/TC M6 x 20	87,5
73-78	2,5	30	137,5	M10	TE/TC M6 x 20	103,5
86-92	2,5	30	155	M10	TE/TC M6 x 20	116,5
96-102	2,5	30	167	M10	TE/TC M6 x 20	129
110-116	2,5	30	185	M10	TE/TC M6 x 20	137

#### 7.1.1 Dati tecnici materiale

- Materiale = acciaio INOX AISI 304 – EN 10088
- Vite = acciaio INOX AISI 304 – EN 10088 testa esagonale taglio combinato
- Guarnizione = EPDM senza alogeni

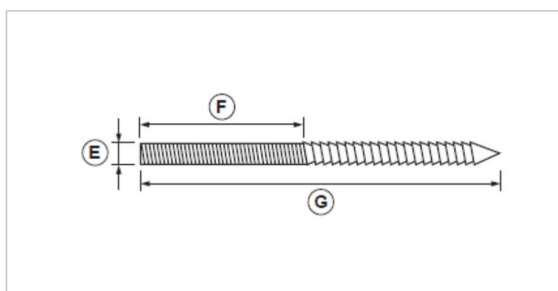


## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Temperatura =  $-35^{\circ}\text{C} + 125^{\circ}\text{C}$
- Durezza =  $55 \pm 5^{\circ}\text{C Shore A}$
- Conduttività termica =  $0,3 \text{ W/km}$
- Resistenza al fuoco = "E" EN 13501

## 7.2 Vitone

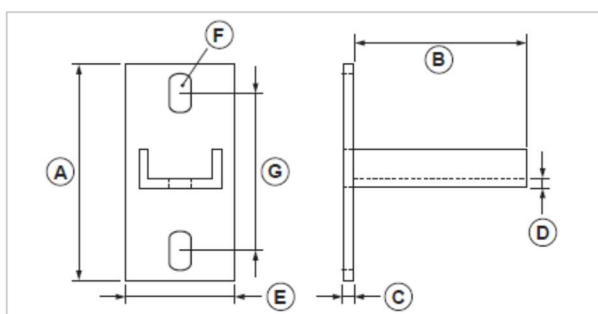
Il vitone sarà in acciaio INOX AISI 304 - EN 10088 e avrà le seguenti dimensioni



E	F	G	NOTE
M8	140	200	
M10	77	165	*

## 7.3 Supporto in acciaio inox

Supporto in acciaio inox AISI 304 - EN 10088 per installazioni a parete, pavimento e soffitto idoneo per l'utilizzo in ambienti chimicamente aggressivi idoneo per supporto di profili PF INOX e PF1 INOX avrà le seguenti dimensioni e carichi ammissibili



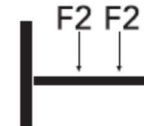
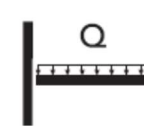


A	B	C	D	E	F	G
100	80	4	4	50	10X16,5	70



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

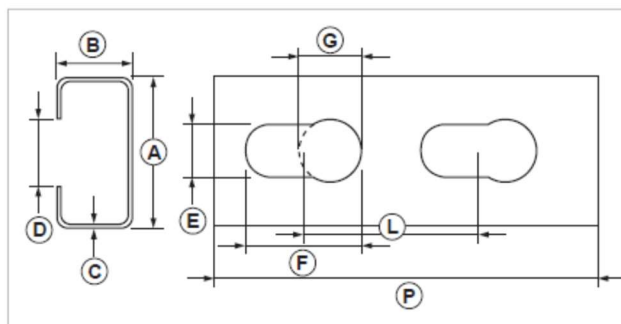
## CARICHI AMMISSIBILI

TIPO	Lunghezza mm	 F1 = daN	 F1 = daN	 F2 = daN	 Q = daN
PF INOX	200	44	22	22	44
	300	30	15	15	30
PF1 INOX	200	104	52	52	104
	350	60	30	30	60
	450	48	24	24	48

F = carico concentrato in daN. Q = carico uniformemente distribuito in daN.  
 Tensione ammissibile 140 N/mm<sup>2</sup>. Freccia ammissibile L/125.

## 7.4 Profilo in acciaio inox

Profilo in acciaio inox AISI 304 - EN 10088 da fissare al supporto di cui al punto precedente con due bulloni e dadi M10; idoneo per la realizzazione di mensole, traverse, telai portanti di sostegno, staffaggio di tubazioni, fissaggio di impianti elettrici, meccanici e di ventilazione, idoneo per l'utilizzo in ambienti chimicamente aggressivi, dotato di asole sagomate per consentire una maggiore versatilità di fissaggio e avrà le seguenti dimensioni



A	B	C	D	E	F	G	L	P
30	15	1,5	16	10,5	23	12,5	35	2000
32	20	2,5	16	10,5	23	12,5	35	2000



## 8 APPARECCHIATURE IDRAULICHE

Gli apparecchi idraulici dovranno in tutto uniformarsi ai tipi di progetto ed essere atti a sopportare (chiusi) la pressione di prova della condotta dove sono inseriti, dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni indicate nell'elenco dei prezzi, e a quelle che saranno, caso per caso, stabilite dalla Direzione dei Lavori, la quale non consentirà la messa in opera di nessun apparecchio che non sia stato dall'Amministrazione precedentemente collaudato.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente ricavate mediante lavorazione ed inoltre le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature circolari concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione. Dovranno pure essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti: i fori delle flange dei coperchi e di quelle di collegamento con le tubazioni dovranno essere ricavati al trapano. Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta degli otturatori dovranno essere ricavati al tornio e venire rettificati a mano o smerigliati in quanto necessario ad assicurare una perfetta e durevole tenuta agli organi di chiusura.

I filetti delle viti di manovra e di quelle destinate a serrare coperchi saranno ricavati a macchina e dovranno essere completi, a spigoli retti, senza strappi o ammanchi di materia.

Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà risultare di fusione la marca della casa fornitrice, il diametro del passaggio il PN, la rintracciabilità della colata e la freccia per la direzione del flusso d'acqua. Per le parti speciali stampate o fucinate tali indicazioni saranno ricavate mediante punzonatura.

Le flange di tutti gli apparecchi ed accessori dovranno essere costruite e forate in relazione ai diversi diametri ed alle diverse pressioni nominali di classifica secondo le norme UNI EN 1092-1/03.

Per ciascun tipo di apparecchiatura l'Impresa è tenuta a presentare un prototipo alla D.L.. Ogni campione dovrà essere accompagnato da una esauriente descrizione tecnica comprendente i criteri di funzionamento dell'apparecchiatura, disegni dettagliati, opuscoli e tabelle riguardanti l'apparecchiatura e i relativi accessori, la rispondenza della stessa a Norme Nazionali o, in mancanza, a Norme estere, l'elenco dettagliato dei materiali impiegati completo della designazione UNI degli stessi e con riferimento specifico al disegno costruttivo dell'apparecchio, le pressioni di esercizio e di prova, gli accoppiamenti, le tolleranze e le modalità di montaggio e d'esercizio, la verniciatura e i trattamenti protettivi esterni, nonché qualsiasi altra notizia che valga a definire compiutamente le caratteristiche delle apparecchiature.

Sarà facoltà della D.L. di condizionare l'adozione delle apparecchiature proposte a prove, condotte a cura e spese dell'Impresa, presso un Istituto Universitario su un congruo numero di prototipi. Questi saranno sottoposti a varie prove con acque diverse, per caratteristiche di aggressività e di trasporto, per controllare l'usura o deformazione delle singole parti, la tenuta, le





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

perdite di carico, la regolarità dei trattamenti protettivi, e quanto altro sarà ritenuto opportuno al fine di acquisire elementi utili per l'accettazione dell'apparecchiatura proposta senza che l'Impresa possa pretendere la restituzione o il pagamento dei prototipi stessi.

Le apparecchiature esibite in prototipo devono garantire un perfetto funzionamento e completa tenuta anche dopo lungo uso e frequenti manovre con acque reflue

Esse, in particolare, dovranno essere facilmente ispezionabili per consentire agevoli sostituzioni delle guarnizioni di tenuta.

La scelta dei materiali dovrà in ogni caso essere fatta con particolare riguardo alla resistenza, all'usura e all'azione delle basse temperature: i materiali dovranno conservare integre le loro caratteristiche meccaniche anche con temperatura di - 10 °C.

Le apparecchiature prescelte dovranno essere ordinate e collaudate secondo lo schema previsto dalla norma UNI EN 12266-1 (ISO 5208). Le specifiche tecniche di tutte le ordinazioni dell'Impresa alle Ditte costruttrici saranno sottoposte al Direttore dei Lavori, il quale assisterà quindi di persona, o con proprio personale, al collaudo in stabilimento delle apparecchiature e redigerà apposito verbale. In mancanza di questo è fatto tassativo divieto all'Impresa di mettere in opera qualsiasi apparecchiatura.

## 8.1 Marchio di fabbrica

Sul corpo dell'apparecchio devono essere ricavati di fusione o impressi in modo leggibile ed indelebile:

- Il marchio di fabbrica
- Il DN diametro nominale
- La PN pressione nominale
- La rintracciabilità della colata
- La Q portata nominale richiesta (solo per i dispositivi di limitazione della portata e per i Gruppi di Consegna)
- Sigla indicante il materiale del corpo

Eventuali altre indicazioni delle caratteristiche principali richieste potranno essere riportate incise su targhe metalliche da punzonare sul corpo dell'apparecchio e comunque secondo la EN 19.



## 8.2 Controlli di fabbricazione

Durante la fabbricazione tutte le apparecchiature devono essere sottoposte a cura del fabbricante alle verifiche e prove di seguito dettagliate. I pezzi che non soddisfano alle relative prescrizioni devono essere scartati.

Per tutta la durata della fabbricazione delle apparecchiature il personale della Direzione Lavori e dell'Ente Appaltante avrà libero accesso negli stabilimenti od officine di produzione per controllare la rispondenza delle caratteristiche delle apparecchiature prodotte e dei materiali impiegati, nonché per effettuare ogni tipo di prova o controllo che riterrà necessario.

Di tali prove o controlli sarà redatto regolare verbale.

### 8.2.1 Verifica dei getti grezzi

I getti devono risultare con le superfici interne ed esterne uniformi, prive di cricche o soffiature di qualsiasi genere rilevabili all'esame visivo, esenti da difetti di fusione o irregolarità superficiali.

Sui getti di ghisa non sono ammesse riparazioni dei difetti di fusione. Eventuali riparazioni sui getti di acciaio o leghe varie possono essere eseguiti, previ specifici trattamenti ed autorizzazioni della D.L..

### 8.2.2 Verifica delle dimensioni

Le verifiche dimensionali riguardano:

- Le dimensioni delle particolarità costruttive;
- La luce di passaggio in corrispondenza delle bocche di entrata e di uscita e nel punto più ristretto del passaggio del fluido;
- Le eventuali lavorazioni delle superfici di tenuta ed il relativo dimensionamento;
- L'ortogonalità delle facce.

### 8.2.3 Verifica della massa

La verifica della massa deve essere effettuata sulla base della massa indicata dalla Ditta all'atto della presentazione del prototipo.

### 8.2.4 Tolleranze

Sono ammesse le seguenti tolleranze limite:

- Sulle dimensioni + 5%
- Sui diametri + 0.5 - 1%



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Sulla massa + 5%
- Sulla portata, se non diversamente disposto, + 10%

### 8.3 Prove

Si richiamano integralmente le norme EN 12266-1 (ISO 5208) ed norme EN 1074-1/2/3/4.

In particolare tutte le apparecchiature devono essere sottoposte in stabilimento od in officina alle seguenti prove:

- Alla pressione idraulica secondo le norme UNI;
- Di tenuta delle sedi;
- Di portata Qn, solo quando il diametro lo consente;
- Di funzionalità degli organi di manovra.

### 8.4 Collaudo

Dovrà essere effettuato negli stabilimenti di produzione.

Si richiamano integralmente le norme EN 12266-1 (ISO 5208).

La Ditta dovrà rilasciare per ogni apparecchio prodotto un certificato di collaudo attestante che le prove e le verifiche di cui ai punti precedenti ed a quelle indicate dalle norme UNI sono state eseguite e che l'apparecchio è conforme alle prescrizioni.

La D.L. si riserva di far collaudare da un Laboratorio Ufficiale, a spese dell'Impresa, le apparecchiature che riterrà opportuno e ove i risultati non corrispondono a quelli indicati dalla Ditta nel certificato di collaudo, l'intera fornitura non sarà accettata.

### 8.5 Costruzioni in acciaio - Saldature

Per tutte le costruzioni in acciaio per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione ci si dovrà espressamente riferire alle norme CNR - UNI 10011/88.

Parimenti alle stesse norme ci si dovrà riferire per tutto quanto concerne le saldature.

### 8.6 Prescrizioni particolari per le apparecchiature

#### 8.6.1 Norme di riferimento per quanto attiene ai materiali

La Ditta concorrente per quanto attiene alla designazione delle apparecchiature idrauliche e delle loro caratteristiche è tenuta ad attenersi alle Norme edite dall'Ente Italiano di Unificazione (UNI), che vengono qui di seguito richiamate per i materiali più frequentemente impiegati per la costruzione delle apparecchiature idrauliche

## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- per la ghisa grigia           UNI EN 1561/98
- per la ghisa sferoidale   UNI EN 1563/04
- per l'acciaio strutturale
  - (profilati lamiere)                         UNI EN 10025/92
  - per l'acciaio fuso                                 UNI 3158/78
  - per l'acciaio legato bonificato             UNI EN 10083-1/98
  - per gli acciai inossidabili                 UNI EN 10088-1/97
  - per il bronzo                                     UNI EN 1982/00
  - per lega di ottone al piombo                 UNI 5005-7-65
  - per bronzo all'alluminio (cuproleghe)      UNI EN 1982/00

Nel caso inoltre che vengano impiegati materiali unificati secondo normative straniere la ditta preciserà i materiali unificati UNI più simili dal punto di vista della composizione chimico-fisica e delle caratteristiche tecnologiche e meccaniche, allegando estratti delle normative adottate per i materiali interessati.

### 8.6.2 Norme di riferimento per quanto attiene alla costruzione ed accettazione

Per quanto attiene alle flange la Ditta concorrente si atterrà alla UNI EN 1092-1/03 e UNI EN 1092-2.

Gli eventuali raccordi a vite gas dovranno essere conformi alla Normativa UNI ISO 228-1/83.

Per quanto attiene alle condizioni generali ed al collaudo la ditta si atterrà alle norme UNI EN 12266-1:2012 UNI 6884-87.

Ad integrazione di dette norme in relazione alle prove di tenuta e comunque per tutte le parti non in contrasto con le Norme UNI citate si farà riferimento alle Norme UNI EN 10242/01 e alla norma UNI EN 19/02 - “requisiti per la marcatura delle valvole metalliche industriali e metodo di applicazione sul corpo, sulla flangia, su una zona specifica o in altra posizione”

In particolare in ottemperanza alle Norme citate nel precedente capoverso sul corpo delle apparecchiature devono essere ricavate per fusione o impresse in modo leggibile almeno le seguenti indicazioni:

- nome del costruttore o marchio di fabbrica
- diametro nominale
- pressione nominale



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- sigla indicante il materiale del corpo
- verso del flusso (se determinante).

### 8.6.3 Prescrizioni di tipo generale

Le apparecchiature idrauliche in oggetto saranno ubicate nei vari manufatti previsti nel progetto. Esse saranno fornite complete di bulloni in acciaio zincato e guarnizioni e quant'altro necessario per la posa in opera, i prezzi si intendono tutti comprensivi degli oneri di fornitura, posa e collaudo.

In generale tutte le apparecchiature idrauliche di intercettazione e misura dovranno essere in classe >PN10, per tenere conto di sovrappressioni dinamiche e sollecitazioni meccaniche di altra natura (cedimenti del terreno, dilatazioni termiche, scosse sismiche con accelerazioni pari a  $3 \text{ m/s}^2$ , ecc.).

Esse saranno costruite in modo da sopportare la pressione nominale sopra indicata, sia sul corpo che in tutte le loro parti nelle condizioni del normale impiego irriguo, ovvero in aperta campagna sotto irradiazione solare con temperatura del corpo e dell'acqua non superiori a  $50^\circ\text{C}$ .

L'apparecchio senza fluido interno e senza pressione dovrà resistere ad una temperatura di  $70^\circ\text{C}$  e di  $-10^\circ$  senza riportare anomalie alla ripresa delle normali condizioni di impiego.

Il corpo e le altre parti a contatto con i fluidi trasportati dovranno essere resistenti agli (acque reflue).

Dovrà essere garantita, ove occorre, mediante adeguati trattamenti protettivi un'ottima resistenza agli agenti atmosferici.

Il Costruttore dovrà chiaramente specificare il tipo di protezione usato, all'interno e all'esterno.

Le apparecchiature di manovra, dovranno essere adatte a frequenti manovre in presenza di acque reflue contenenti impurità e sostanze abrasive: anche in tali condizioni dovranno essere assicurate la perfetta operatività e la tenuta.

A tal fine la tenuta dovrà essere realizzata tra una superficie metallica e un elastomero di elevata resistenza all'abrasione o tra 2 elastomeri; non è ammessa la tenuta tra 2 superfici metalliche.

## 8.7 Saracinesche di intercettazione

Saracinesche flangiate a cuneo gommato per il sezionamento di condotte, a corpo ovale e/o corpo piatto, prodotte in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001 e conformi alle norme EN1074-1 e 2 (è richiesto l'attestato di conformità rilasciato da Ente terzo Autorizzato) Materiali conformi al trasporto di acqua potabile secondo il D.M. 174 del 06/04/2004, aventi le seguenti caratteristiche:



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Pressione di funzionamento ammissibile PFA 16 bar
- Corpo a passaggio totale sul diametro nominale
- Corpo e coperchio in ghisa sferoidale GS 400/15 UNI EN 1563/04
- Cuneo in ghisa sferoidale GS 400/15 UNI EN 1563/04 completamente rivestito, compresa la sede della madre vite ed il foro di passaggio, in gomma, vulcanizzata, EPDM conforme alla norma UNI EN 681-1 ed al D.M. 174/04
- Guide laterali del cuneo rivestite in materiale antifrizione per lo scorrimento nella sede nel corpo. Madre vite in lega di rame dezincificato a norma EN 12165 montata all'interno del cuneo
- rivestimento integrale di vernice epossidica atossica secondo la DIN 30677-2, spessore non inferiore ai 250 micron, processo di rivestimento realizzato secondo il protocollo GSK, con flange di collegamento forate secondo norme UNI EN 1092-1/03 PN 16
- Albero di manovra in acciaio inox al 13% di cromo con apposito anello di fermo del cuneo in acciaio
- Tenuta dell'albero di manovra attuata tramite 4 anelli O-Ring in accordo alla norma EN 681-1, minimo due sull'albero e due sulla tenuta secondaria le cui sedi non devono essere ricavate nell'albero di manovra
- Tenuta tra corpo e cappello mediante guarnizione in elastomero EPDM, secondo norma EN 681-1, inserita in apposita sede tra corpo e cappello; la guarnizione deve avvolgere completamente i bulloni in acciaio inossidabile A2 per proteggerli dalla corrosione
- Scartamento standard secondo EN 558 Tav. 2, serie 14 (corpo piatto) e serie 15 (corpo ovale); flange di collegamento PN 16 secondo EN1092-2
- Temperatura di stoccaggio ammissibile -20" t 70°C; temperatura ammissibile in esercizio 0°C ÷ + 40°C

Le saracinesche dovranno essere corredate di volantino o cappellotto secondo la specifica richiesta.

Le saracinesche dovranno essere marcate in modo leggibile e durevole secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 19 ed in generale devono riportare almeno i seguenti dati:

- DN
- PN





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- tipo di ghisa
- marchio del produttore
- senso di chiusura
- anno e mese di produzione
- numero di serie e norma EN1074.

L'Impresa unitamente alla campionatura dovrà presentare

- Certificazione ISO 9001:2000 (ed eventuale ISO 14001:2015) del produttore
- Attestato di Conformità al D.M. n. 174/04
- Certificazione di Ente Terzo abilitato (rif. D.m. 09/05/2013 N. 156) attestante la conformità del prodotto (rif. D.P.R. 21/04/2013 n. 248) alle normative di riferimento EN1171, EN1074-1, EN 1074-2
- Certificazione di conformità dell'elastomero EPDM alla normativa EN 981-1
- Certificazioni rilasciate dall'istituto GSK relativamente alla materia prima impiegata per il rivestimento, al sito produttivo ed infine per il prodotto.

## 8.8 Sfiati automatici d'aria

Sfiati tipo "Sewer" per fognatura automatici a singola funzione

Gli sfiati dovranno essere prodotti in stabilimenti certificati ISO 9001 e costruiti secondo EN 1074-4 saranno a tre funzioni: 1-Uscita grande quantità di aria (riempimento della condotta); 2-Entrata grande quantità di aria (svuotamento della condotta); 3-Degasaggio continuo nella condotta durante il normale servizio (cinetico). La chiusura dello sfiato non deve generare colpo di ariete.

Gli sfiati avranno le seguenti caratteristiche:

- attacco flangiato EN 1092-1 PN10
- Corpo e coperchio in ghisa sferoidale EN-GJS-400-15 EN 1056
- verniciatura interna ed esterna epossidica,
- otturatore in Polipropilene,
- sede di tenuta in ottone, galleggiante e asta in acciaio Inox AISI 304
- guarnizioni in NBR,



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- rubinetto di spurgo in ottone nichelato
- bulloneria in acciaio inox AISI 304 (A2).

## 8.9 Valvole di ritegno a palla

Le valvole di ritegno a palla, adatte per liquami fognari, dovranno essere prodotti in stabilimenti certificati ISO 9001 e costruiti secondo EN 1074-3

Le valvole avranno le seguenti caratteristiche:

- attacco flangiato EN 1092-1 PN16
- adatta per usi sia orizzontali che verticali,
- passaggio pieno non ostruibile
- corpo, coperchio in ghisa sferoidale GGG-40,
- sfera in alluminio rivestita in elastomero NBR,
- guarnizione in elastomero NBR,
- priva di molle o meccanismi,
- esente da manutenzioni,
- rivestimento interno ed esterno con vernice in resina sintetica,
- condizioni di prova e di esercizio secondo le norme UNI 1284.

## 9 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

### 9.1 Impianti di sollevamento Cunicolo di ispezione

#### 9.1.1 Sollevamento SI

Elettropompa sommergibile drenante a girante aperta.

Di seguito le principali caratteristiche della pompa:

- |                     |   |           |     |
|---------------------|---|-----------|-----|
| • Portata           | : | >2,00 l/s | l/s |
| • Prevalenza        | : | 7,3       | m   |
| • Potenza nominale  | : | 0,55      | kW  |
| • Rendimento totale | : | 39.80     | %   |



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Motore elettrico 400 Volt 50 Hz 2 poli
  - Isolamento/protezione : classe H (+180°C) IEC 85/IP 68
  - Potenza nominale : 0,55 kW
  - Corrente nominale : 1,63 A
  - Avviamento : diretto
  - Raffreddamento : in tutto o in parte ottenuto dal liquido pompato
- Materiali
  - Corpo pompa : PPO resin + 20 % GF
  - Filtro di aspirazione : PPO resin + 20 % GF
  - Girante : PA 66 + 30 % GF
  - Corpo esterno : Acciaio inox
  - Corpo interno motore : Acciaio inox
  - Shaft : Acciaio inox
  - Testata : PPO resin + 20 % GF
  - Coperchio inferiore : Acciaio inox
  - Elastomeri : NBR
  - Tiranti e viti : Acciaio inox
  - Doppio anello di usura : Acciaio inox
  - Anello fissaggio girante : Acciaio inox
- Dotazioni
  - galleggianti elettrici
  - Cavo elettrico sommergibile

## 9.1.2 Sollevamento S2

Configurazione 1 +1

Pompa centrifuga con girante radiale multipale aperta in hard iron, diffusore e griglia

Prestazioni nel punto di lavoro

- Portata : 10,0 l/s
- Prevalenza : 42,25 m
- Potenza nominale : 8,0 kW
- Rendimento idraulico : 46 %



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Rendimento totale : 54 %
- Potenza assorbita : 8,00 kW

Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt 50 Hz 2 poli

- Isolamento/protezione : classe H (+180°C) IEC 85/IP 68
- Potenza nominale : 8,0 kW
- Corrente nominale : 15 A
- Avviamento : diretto
- Raffreddamento : in tutto o in parte ottenuto dal liquido pompato

Materiali

- Fusioni principali : alluminio
- Girante : ghisa ad alto tenore di cromo
- Albero : acciaio inox
- Griglia : acciaio galvanizzato
- Tenuta meccanica : in WCCR
- Protezione dalle correnti galvaniche : kit anodi di zinco
- Protezione speciale esterna : Verniciatura epossidica per acque salmastre

La pompa sarà completa di

- Curva di mandata predisposta per il fissaggio di un tubo filettato con Ø interno 75 mm
- Salvamotore incorporato
- Cavo elettrico sommergibile

## 9.2 Impianto di sollevamento Cunicolo drenaggi

Configurazione 1 +1

Pompa centrifuga con girante con girante aperta antintasamento in hard iron, diffusore e griglia

Prestazioni nel punto di lavoro



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Portata : 10,0 l/s
- Prevalenza : 12,39 m
- Potenza nominale : 2,2 kW
- Rendimento idraulico : 63 %
- Rendimento totale : 50 %
- Potenza assorbita : 2,20 kW

Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt 50 Hz 2 poli

- Isolamento/protezione : classe H (+180°C) IEC 85/IP 68
- Potenza nominale : 2,2 kW
- Corrente nominale : 4,7 A
- Avviamento : diretto
- Raffreddamento : in tutto o in parte ottenuto dal liquido pompato

Materiali

- Campana esterna : alluminio
- Girante : hard-iron
- Parti di usura : hard-iron/gomma nitrilica
- Albero : acciaio inox
- Griglia : acciaio inox
- Tenuta meccanica : plug-in in carburo di silicio
- Protezione dalle correnti galvaniche : kit anodi di zinco
- Protezione speciale esterna : Verniciatura epossidica per acque salmastre

La pompa sarà completa di

- Curva di mandata predisposta per il fissaggio di un tubo flessibile con Ø interno 75 mm
- Salvamotore incorporato



- Cavo elettrico sommergibile

### 9.3 Impianti di sollevamento - Quadri elettrici

#### 9.3.1 Quadri elettrici Impianto di Sollevamento S2 (cunicolo ispezione) e Impianto di Sollevamento cunicolo drenante

Di seguito si riportano le prescrizioni tecniche relative a due quadri elettrici dei due impianti di sollevamento

Le due elettropompe pompe saranno alimentate e gestite da un Quadro elettrico (400V, 50 Hz) installato in armadio in poliestere a doppia porta cieca, posato a pavimento, con grado di protezione minimo IP 65 (Totalmente protetto dalla polvere e dai getti d'acqua - 10 l/min).

La tipologia di avviamento delle pompe sarà diretta; per il comando delle pompe sarà previsto un controller dotato di funzioni specifiche per la gestione del pompaggio dei dreni.

La logica di funzionamento principale del pompaggio sarà gestita in base al segnale analogico proveniente da un sensore di livello a pressione idrostatica da installare nell'area di raccolta delle acque, l'impianto di pompaggio sarà inoltre dotato di un sistema di automazione d'emergenza basato su interruttori di livello a galleggiante che attiveranno le pompe in maniera automatica anche in caso di guasto del controller di gestione e/o del sensore di livello principale, garantendo così la continuità del servizio.

Il quadro elettrico sarà anche dotato di un pannello operatore Touch Screen da 7" che permette la visualizzazione locale dei parametri di funzionamento, nonché la possibilità per l'operatore di effettuare la parametrizzazione del sollevamento (quote di avvio, ritardi, ecc.).

Per consentire il controllo remoto dell'impianto di pompaggio, il controller di automazione disporrà di un modem integrato GSM/GPRS che permetterà sia l'invio di SMS di allarme che l'interfaccia con uno SCADA tramite il protocollo Modbus RTU slave o Aquacom.

##### 9.3.1.1 Caratteristiche tecniche del quadro elettrico

- Tipo di custodia : Armadio in poliestere a doppia porta cieca IP65 avente dimensioni adeguate alla potenza delle pompe
- Fissaggio : A pavimento
- Avviamento : Diretto
- Alimentazione : 400 V, 50 Hz, trifase + neutro





DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

***Apparecchiature di potenza***

- sezionatore generale di adeguata taratura con dispositivo bloccoporta;
- fusibili sezionabili per la protezione dei circuiti ausiliari;
- filtro e scaricatore di sovratensioni per la protezione dei circuiti ausiliari;
- fusibili sezionabili per alimentazione misuratore di portata;
- lampada spia presenza tensione ausiliari 230Vac;
- alimentatore UPS per i circuiti ausiliari completo di batterie tampone;
- fusibili di protezione per alimentazione controller stazione di pompaggio;
- avviatore diretto, per cad. pompa, costituito da:
- interruttore automatico magnetotermico con termica regolabile e contatti ausiliari;
- contattore per avviamento diretto;
- spie di marcia e disfunzione;
- selettore test-O-aut (posizione manuale non stabile);
- circuito di protezione pompa con relè minicas, spie di segnalazione e pulsante di reset (quando previsto in dotazione alla pompa);
- interfaccia con il controller comprendente:
  - cablaggio segnalazione presenza tensione;
  - cablaggio segnalazione intervento protezione termica pompe e protezione interna pompe;
  - cablaggio segnalazione pompe in automatico;
  - cablaggio comandi di marcia pompe da controller;
  - cablaggio misura di assorbimento pompe proveniente da appositi trasduttori amperometrici;
  - predisposizione per il collegamento di n. 1 sensore di livello analogico, avente la funzione di gestione "normale" del pompaggio;
  - circuito elettromeccanico con alternanza predisposto per il collegamento di n. 3 interruttori di livello a galleggiante, avente la funzione di gestione in "emergenza" del pompaggio.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

***Apparecchiature di automazione e telecontrollo***

- Controller stazione di pompaggio, avente le seguenti caratteristiche:
- alimentazione 11-30Vdc / 24Vac, consumo max 40VA;
- 12 ingressi digitali 10-30Vdc;
- 2 uscite digitali 30Vac/dc 300mA;
- 6 ingressi analogici isolati galvanicamente, risoluzione 16 bit;
- memoria interna 32 MB;
- modulo Wi-Fi, 802.11b/g integrato;
- 1 porta RS485 per comunicazione con I/O di espansione;
- 1 porta RS485 per comunicazione con instrument net;
- 1 modem GSM/GPRS integrato con antenna antivandalismo;
- 1 porta USB per interfaccia di servizio;
- grado di protezione IP 20, temperatura operativa -20 + 60 °C;
- dimensioni 107,60 mm larghezza, 114,50 mm altezza, 109,00 mm profondità;
- indicazioni led per alimentazione,
- trasmissione Wi-Fi, allarme;
- 2 batterie tampone 7,2 A/h 12V;
- pannello operatore Touch Screen da 7" per la configurazione e la visualizzazione;

***Funzioni implementate***

- controllo mancanza alimentazione da rete con blocco pompe e riavvio temporizzato
- gestione completa delle pompe (alternanza, numero max di pompe in funzione, ritardo di avvio/arresto)
- possibilità di impostare dei cicli di pompaggio sotto soglia per eliminare i surnatanti



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- funzione di spostamento set-point di marcia-arresto in periodi selezionati
- possibilità di gestire il pompaggio con convertitori di frequenza
- allarme di disfunzione per ogni pompa (protezione termica, sensori pompe, mancata risposta)
- memorizzazione numero degli avviamenti e ore di funzionamento per ciascuna pompa
- monitoraggio correnti pompe con soglie di allarme
- misura continua del livello in vasca con possibilità di impostare le soglie di intervento pompe e le soglie di allarme altissimo e bassissimo livello
- acquisizione segnale da misuratore di portata;
- possibilità di monitorare il numero di sfiori e la portata di sfioro
- datalogger integrato
- comunicazione tramite modem GPRS integrato
- trasmissione dati a SCADA tramite il protocollo Modbus RTU slave o Aquacom

## 9.3.1.2 Impianti di sollevamento - Altri equipaggiamenti

IL sistema dovrà essere completo di

- Cassetta locale di sezionamento e giunzione cavi di potenza e ausiliari completa di 2 sezionatori da 25 A e morsettiera di potenza e ausiliari da installare in prossimità delle pompe
- Sensore sommergibile di livello campo di misura 0-10 metri, completo di 20 metri di cavo, elemento sensibile in AISI 316L, alimentazione 10-30 Vcc., uscita 4-20 mA, corpo in acciaio inox AISI 316, rivestimento in polipropilene, cavo in PUR, grado di protezione IP68<sup>1</sup>
- Kit Interruttori di livello a variazione d'assetto, con 20 metri di cavo, per comando di emergenza pompe, costituito da 3 galleggianti e una staffa a 4 ganci.
- n.1 manuale di uso e manutenzione del sistema, completo di schema elettrico <sup>2</sup>
- n.1 CD con il software di configurazione Il software di configurazione deve consentire di configurare facilmente e completamente il controllore in maniera tale da adeguarne il

<sup>1</sup> Compreso e compensato nel prezzo di fornitura e posa in opera del quadro elettrico

<sup>2</sup> Compreso e compensato nel prezzo di fornitura e posa in opera del quadro elettrico



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

funzionamento alle effettive esigenze d'impianto (quote avvio arresto pompe, alternanza, soglie di allarme per livello e correnti, ecc.). In ogni caso il controllore deve essere fornito già programmato con una configurazione di base già adatto alla gestione del pompaggio fognario a 2 pompe <sup>3</sup>.

- n.1 cavetto USB/mini USB per la comunicazione PC-sistema di telecontrollo <sup>4</sup>
- n.1 APP per la gestione via Wi-Fi del controller. L'interfaccia consentirà di monitorare i valori principali (livello, correnti, allarmi), nonché effettuare le configurazioni più importanti (quote di avvio-arresto, ecc) <sup>5</sup>.
- n. 2 TUBAZIONI di mandata in PE100
  - PN 10 De 90 mm (drenaggi)
  - PN 16 De 90 mm (ispezione)
- n. 1 COLLETTORE in PE100
  - PN 10 De 90 mm (drenaggi)
  - PN 16 De 90 mm (ispezione)
- n.2 SARACINESCA in ghisa sferoidale a corpo piatto
  - PN 10 DN 80 mm (drenaggi)
  - PN 16 DN 80 mm (ispezione)
- n.2 VALVOLA DI RITEGNO a PALLA con foratura
  - PN 10 DN 80 mm (drenaggi)
  - PN 16 DN 80 mm (ispezione)

### 9.3.2 Quadro elettrico Impianto di Sollevamento di Emergenza

Nel punto di consegna, sarà realizzato un quadro di campo per effettuare i collegamenti elettrici delle pompe dell'impianto di sollevamento SE. Il quadro di campo ha le seguenti caratteristiche:

- Quadro in termoindurente con porta trasparente rinforzato con fibra di vetro, colore grigio RAL 7035 eco safe. Protetto contro i getti d'acqua IP66 secondo la norma CEI EN 60529; resistenza meccanica agli urti IK10. Cerniere anti-rottura posizionate lontano dagli spigoli, protette da urti e cadute. Porte reversibili con apertura maggiore di 180°. Materiale halogen

<sup>3</sup> Compreso e compensato nel prezzo di fornitura e posa in opera del quadro elettrico

<sup>4</sup> Compreso e compensato nel prezzo di fornitura e posa in opera del quadro elettrico

<sup>5</sup> Compreso e compensato nel prezzo di fornitura e posa in opera del quadro elettrico



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

free, flame proof, resistente agli agenti chimici e raggi UV. Fissaggio a muro per mezzo di staffe posizionabili anche in modo invisibile. Il quadro è predisposto per la chiusura anche a serratura. Dimensioni esterne 260x305x160mm - Potenza dissipabile 53W. Guide DIN 2\*8 moduli, complete di staffaggi. Pressacavi IP 68.

- Ciascun quadro sarà equipaggiato con n. 2 interruttori magnetotermici di tipo modulare per guida DIN per circuiti di tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c. e conforme alla Norma CEI EN 60947-2, di caratteristiche  $I_{cn}=10$  kA curva C - 4P - da 20 A..



## 10 IMPIANTI ELETTRICI

Il presente capitolo ha lo scopo di dettagliare le specifiche cui gli impianti elettrici e speciali dovranno soddisfare illustrandone le caratteristiche qualitative e funzionali.

Per le scelte delle strutture ed il dimensionamento degli impianti elettrici e speciali si rimanda alla Relazione Tecnica, Relazione di Calcolo e a tutti gli Elaborati Grafici.

In linea del tutto generale, i termini e le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici indicate in questa relazione di progetto sono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI.

Nel corso della trattazione, ove sia stato ritenuto utile e necessario, tali definizioni sono state esplicitate.

### 10.1 Descrizione degli interventi

L'impianto elettrico oggetto di intervento è un impianto in bassa tensione trifase (400V a 50 Hz), alimentato dal quadro generale presente nell'edificio cabina elettrica della diga.

Tra gli obiettivi delle scelte progettuali sono prioritari i seguenti:

- garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito,
- realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti (p.es. mediante equipotenzializzazione delle masse metalliche presenti),
- evitare che le linee possano essere causa d'incendio,
- garantire un'efficiente illuminazione ordinaria adeguata al compito visivo che si svolge nei diversi ambienti,
- offrire una sufficiente illuminazione
- garantire elevati standard di funzionalità e sicurezza degli impianti in relazione alle condizioni specifiche di installazione

Le opere elettriche da realizzare riguardano:

- Alimentazione dal quadro generale al quadro di zona
- Quadro di zona (Cabina di accesso al cunicolo di ispezione)
- Alimentazione Impianto di Sollevamento cunicolo di ispezione n°1





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Alimentazione Impianto di Sollevamento cunicolo di ispezione n°2
- Alimentazione Impianto di Sollevamento acqua servizi
- Alimentazione Impianto di Sollevamento di Emergenza
- Linea prese lungo cunicolo di ispezione
- Linea prese ingresso cunicolo di ispezione
- Linea illuminazione cunicolo di ispezione
- Linea illuminazione cunicolo drenaggi
- Linea misuratore di portata (cunicolo di ispezione)
- Linea misuratore di livello (cunicolo di ispezione)
- Linea integrativa messa a terra
- Riparazioni linee in corrispondenza dei lavori relativi alla viabilità

## 10.2 Norme generali

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte. (Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) secondo l'art. 2 della Legge 1 marzo 1968, n. 186).

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle norme CEI applicabili;
- alle prescrizioni delle norme UNI applicabili;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda locale distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'azienda telefonica;
- alle prescrizioni dei VV.F.;
- alle prescrizioni A.S.L. E delle autorità locali.

## 10.3 Caratteristiche tecniche degli impianti



### 10.3.1 Prescrizioni riguardanti i circuiti

#### **CAVIE CONDUTTORI:**

##### ***a) isolamento dei cavi:***

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

##### ***b) colori distintivi dei cavi:***

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo- verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, essi devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

##### ***c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse:***

le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024-70 e 35023-70.

Indipendentemente dai valori ricavati con le presenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori di rame ammesse sono:

- 0,75 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2 kW;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;
- 4 mm<sup>2</sup> per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3 kW;

##### ***d) sezione minima dei conduttori neutri:***



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

la sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori e, nei circuiti polifase, quando la sezione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni delle norme CEI 64-8.

**e) sezione dei conduttori di terra e protezione:**

la sezione dei conduttori di protezione non deve essere inferiore al valore ottenuto con la formula: dove:

- Sp: sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>).
- I: valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A).
- t: tempo di intervento del dispositivo di protezione (s).
- K: coefficiente, il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalle temperature iniziali e finali.

I valori di K possono essere desunti dalle Tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8/5.

Le sezioni minime dei conduttori di protezione, in alternativa alla formula sopra riportata, possono essere desunte dalla Tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8/5, con le prescrizioni riportate negli articoli successivi delle stesse norme CEI 64-8/5 relative ai conduttori di protezione.

**SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE**



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm <sup>2</sup>	Cond. protez. facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm <sup>2</sup>	Cond. protez. non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm <sup>2</sup>
minore o uguale a 16 uguale a 35	16	16
maggiore di 35	Metà della sezione del condut. di fase; nei cavi multipol., la sez. specificata dalle rispettive norme	Metà della sezione del condut. di fase nei cavi multipol., la sez. specificata dalle rispettive norme

**f) propagazione del fuoco lungo i cavi:**

i cavi in aria, installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione del fuoco di cui alle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti in conformità alle norme CEI 20-22;

**g) provvedimenti contro il fumo:**

allorché i cavi siano installati, in notevole quantità, in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o, in alternativa, si deve ricorrere all'impiego di cavi di bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

**h) problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:**

qualora i cavi, in quantità rilevanti, siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista, occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici o corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

**SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA**



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati:

sezione minima (mm<sup>2</sup>)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (rame) 16 (ferro, zinco)
- non protetto contro la corrosione . 25 (rame) 50 (ferro, zinco)
- protetto meccanicamente norme CEI 64-8/5

### 10.3.2 Canalizzazioni

A meno che non si tratti di installazioni volanti, i conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

Negli impianti in edifici civili e similari, si devono rispettare le prescrizioni riportate qui di seguito.

#### 10.3.2.1 Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera, per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante, per gli attraversamenti a pavimento. Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione, impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante.

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili, se non a mezzo di attrezzo, posti tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nelle Tabelle seguenti:

Dimensione minima dei tubi in funzione dei cavi da installare								
Sezione cavi (mm <sup>2</sup> )	Cavi unipolari in PVC				Cavi multipolari in PVC o gomma			
	senza guaina 450/750 V		con guaina 0,6 / 1 kV		senza guaina 450/750 V		con guaina 0,6 / 1 kV	
	2 cond.	2 cond+PE	2 cond.	2 cond+PE	bipolari	tripolari	bipolari	tripolari
Tubi flessibili								
1,5	16	16	40	50	20	20	25	25
2,5	20	20	40	50	25	25	32	32
4	20	25	50	50	25	25	32	32
6	25	32	50	63	32	32	32	32
10	32	32	50	63	40	40	40	40
Tubi rigidi								
1,5	16	16	40	40	16	16	25	25
2,5	16	16	40	50	20	20	25	25
4	16	20	40	50	20	20	25	25
6	20	25	40	50	25	25	32	32
10	25	32	50	–	32	40	32	32

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

### 10.3.2.2 Canalette porta cavi

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicano le norme CEI 23-32.





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà di quella disponibile e deve essere tale da consentire un'occupazione della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8/5.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8, utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.); opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.

I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

Per i canali metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali, secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti.

I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

Il coperchio delle canaline deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

### 10.3.3 Tubazioni per costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 23-17.

Essi devono essere inseriti nelle scatole, preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è, in genere, possibile apportare sostanziali modifiche, né in fabbrica, né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni. In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole.





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori, necessarie per le discese alle tramezze, che si monteranno in un secondo tempo, a getti avvenuti.

#### 10.3.4 Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, interrati

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere il cavo (o i cavi), senza premere e senza farlo affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà, quindi, stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto, lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera, si dovrà, infine, disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore disposto secondo l'andamento del cavo (o dei cavi), se questo avrà il diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a 5 cm o, al contrario, in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al reinterro dello scavo, pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

Ovviamente, l'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà, trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazione ai manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.

La profondità di posa dovrà essere almeno 0,5 m, secondo le norme CEI 11-17.

#### 10.3.5 Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili

I cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dall'Amministrazione;
- entro canalette di materiale idoneo, come cemento, ecc. (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline di calcestruzzo armato;



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- direttamente sui ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o profilato di acciaio zincato, ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, si assicurerà un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo la Ditta dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, e sarà altresì di competenza della Ditta soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito, di massima, intorno a 70 cm.

In particolare, le parti in acciaio debbono essere zincate a caldo.

Ogni 150 O 200 m di percorso, i cavi dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

#### *10.3.6 Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili*

Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto, ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei, ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili con i dovuti adattamenti.

Per la posa interrata delle tubazioni non idonee a proteggere meccanicamente i cavi, valgono le prescrizioni precedenti circa l'interramento dei cavi elettrici, le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa, il reinterro, ecc. Per le tubazioni adatte a fornire protezione meccanica ai cavi, non è prescritta una profondità minima di posa.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa, se in rettilineo;
- ogni 15 m circa, se è interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

## 10.4 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

### 10.4.1 Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili), deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili di acqua, gas e altre tubazioni che entrano nel fabbricato, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

#### 10.4.1.1 Elementi di un impianto di messa a terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra (norme CEI 64-8/5);
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, e destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno, (norme CEI 64-8/5);
- il conduttore di protezione che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (e destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

- d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro può avere anche la funzione di conduttore di protezione (norme CEI 64-8/5);
- e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee cioè le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra, (norme CEI 64-8/5 artt. 547 e seguenti).

#### 10.4.1.2 Prescrizioni particolari per i locali da bagno

I locali da bagno vengono suddivisi in 4 zone, per ognuna delle quali valgono regole particolari:

zona 0 - È il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua ad immersione, illuminazioni sommerse o simili;

zona 1 - È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia, fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) e gli interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o a 30 V in c.c., con la sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0, 1 e 2;

zona 2 - È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: oltre a quelli della zona 1, sono ammessi anche gli apparecchi illuminanti dotati di doppio isolamento (Classe II) o di classe I con interruttore differenziale  $I_{dn} = 30$  mA. Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado protezione IP x 4). Nei casi in cui sia previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia, gli apparecchi dovranno avere grado di protezione IP x 5. Sia nella zona 1, sia nella zona 2, non devono esserci materiali di installazione, come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione. Possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante a frutto, incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione per gli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista, necessari per il collegamento degli apparecchi utilizzatori (per esempio, lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

zona 3 - È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (gradi di protezione IP 1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso IP 5, quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione degli utilizzatori e dispositivi di comando deve essere protetta da interruttore differenziale con corrente differenziale, non superiore a 30 mA.

Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative, rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse dal conduttore di protezione, ecc.).

#### 10.4.1.3 Collegamento equipotenziale nei locali da bagno

Per evitare tensioni particolari provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio, una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale, che colleghi fra loro tutte le masse estranee alle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione; in particolare, per le tubazioni metalliche, è sufficiente che le stesse siano collegate con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare, esse devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Devono essere impiegate fascette che stringano il metallo vivo. Il collegamento non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio, nella scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori, si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

#### 10.4.1.4 Alimentazione nei locali da bagno

Può essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali). Se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti si devono estendere ai locali da bagno.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale può essere affidata all'interruttore generale (con  $I_n = 30$  mA) o ad un differenziale locale che può servire anche per diversi bagni attigui.



#### 10.4.1.5 Conduitture elettriche nei locali da bagno

Debbono essere usati cavi isolati in classe II nelle zone 1 e 2 in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento, a meno che la profondità di incasso non sia superiore a 5 cm.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase+neutro+conduttore di protezione) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatolaletta passacordone.

#### 10.4.1.6 Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti quali: cantine, garage, portici, giardini, ecc., in cui il pericolo di elettroconduzione è maggiore, sia per condizioni ambientali (umidità), sia per particolari utilizzatori elettrici usati (apparecchi portatili, tagliaerba, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

#### 10.4.2 Coordinamento degli interruttori di terra con dispositivi di protezione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- a) *coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.*

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t = 50/I_s \text{ (sistemi TT)}$$

dove  $R_t$  è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra, nelle condizioni più sfavorevoli, ed  $I_s$  è il valore, in Ampère, della corrente di intervento del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata.

Qualora il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti sia del tipo a tempo inverso,  $I_s$  è la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5 secondi.

Quando il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti è del tipo a scatto istantaneo,  $I_s$  è la corrente minima che ne provoca lo scatto istantaneo.

Nei sistemi TN le caratteristiche di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si verifica un guasto di impedenza trascurabile, in qualsiasi parte dell'impianto, tra un conduttore di fase e un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro un tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:





$$Z_0 I_a \leq U_0$$

dove:

- $Z_0$ : impedenza dell'anello di guasto comprendente la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
- $I_a$ : corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella tabella 41A delle norme CEI 64-8, in funzione della tensione nominale  $U_0$ ; Idn se si usa un interruttore differenziale  $I_a$  è la corrente differenziale nominale;
- $U_0$ : tensione nominale in c.a. valore efficace tra fase e terra.

b) *coordinamento fra impianto di messa a terra ed interruttori differenziali (sistemi TT).*

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale, che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficiente, deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t = 50/I_d$$

dove  $I_d$  è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

#### 10.4.3 Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni: apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

#### 10.4.4 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64- 8.





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f < 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I_q < I_{Ks2}$$

conforme alle norme CEI 64-8,.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica  $I_2t$ , che viene lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

## 10.5 Qualità e caratteristiche dei materiali

### 10.5.1 Generalità

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI- UNEL, ove queste esistano.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

### 10.5.2 Prese di alimentazione di utilizzatori elettrici

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento (lavatrice, lavastoviglie, cucina, ecc.) devono avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase o interruttore magnetotermico.

### 10.5.3 Apparecchiature modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto sul profilato, preferibilmente normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18).

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a).
- c) gli interruttori con relè differenziali fino a 63 A devono essere modulari ed appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b); devono essere del tipo ad azione diretta;
- d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta, preferibilmente, di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione differenziale; è ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri, purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500 A;
- e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto), sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

### 10.5.4 Interruttori scatolati

Onde agevolarne l'installazione sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano stesse dimensioni di ingombro.

Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità di servizio.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 (norme CEI 17-5), onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corti circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

#### 10.5.5 Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di corto circuito elevate ( $> 6000$  A), gli interruttori automatici magnetotermici devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (norme CEI 15-5 e art. "prescrizioni tecniche generali" del presente capitolato).

#### 10.5.6 Quadri di comando e distribuzione in lamiera

##### 10.5.6.1 Fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche

I quadri di comando devono essere muniti di profilati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche, detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura, preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature, e deve essere possibile individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature.

I quadri della serie devono essere costruiti in modo da poter essere installati a parete o a incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura chiave a seconda della decisione della Direzione dei Lavori. Il grado di protezione minimo deve essere IP 30 e comunque adeguato all'ambiente. I quadri devono essere conformi alle norme CEI 17-13.

##### 10.5.6.2 Elementi componibili dei quadri

I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono appartenere ad una serie di elementi componibili di larghezza e di profondità adeguate. In particolare, questi elementi devono possedere componibilità orizzontale, per realizzare armadi a più sezioni, garantendo una perfetta comunicabilità tra le varie sezioni, senza il taglio di pareti laterali.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura, preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature.

Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave. La struttura e le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.



Il grado di protezione minimo è di IP 30.

I quadri devono essere conformi alle norme CEI 17-13.

#### 10.5.7 Quadri di comando e distribuzione in materiale isolante

Negli ambienti in cui l'Amministrazione lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante.

In questo caso, i quadri devono avere attitudine a non innescare l'incendio per riscaldamento eccessivo; comunque, i quadri non incassati devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650° C.

I quadri devono essere composti da cassette isolanti con piastra portapparecchi estraibile, per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina e devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 30; in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono essere conformi alle norme CEI 17-13. e consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

#### 10.5.8 Quadri elettrici da appartamento e similari

All'ingresso di ogni appartamento deve essere installato un quadro elettrico, composto da una scatola da incasso in materiale isolante, un supporto con profilato normalizzato per il fissaggio a scatto degli apparecchi da installare ed un coperchio con o senza portello.

Le scatole di detti contenitori devono avere profondità e larghezza tali da consentire il passaggio di conduttori lateralmente, per l'alimentazione a monte degli automatici divisionari.

I coperchi devono avere fissaggio a scatto, mentre quelli con portello devono avere il fissaggio a vite per una migliore tenuta.

I quadri in materiale plastico devono avere attitudine a non innescare l'incendio in caso di riscaldamento eccessivo.

##### 10.5.8.1 Istruzioni per l'utente

I quadri elettrici devono essere preferibilmente dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili, atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature, nonché ad individuare le cause di guasto elettrico.

L'individuazione può essere effettuata tramite le stesse apparecchiature o un dispositivo separato.



### 10.5.9 Prove dei materiali

L'Amministrazione indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non saranno a carico all'Amministrazione, la quale si assumerà le sole spese necessarie all'eventuale partecipazione alle prove di propri incaricati.

In genere non saranno richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ) od equivalenti ai sensi della Legge 10 ottobre 1977, n. 791.

### 10.5.10 Accettazione materiali

I materiali dei quali sono stati richiesti campioni non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte della Direzione Lavori. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.

La Ditta non dovrà porre in opera i materiali rifiutati dalla Direzione Lavori, provvedendo, quindi, ad allontanarli dal cantiere.

### 10.5.11 Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato speciale di appalto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi, ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e funzionamento ed in tutto quello che può essere utile allo scopo accennato.

Dei risultati delle verifiche e prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

### 10.5.12 Verifica provvisoria e consegna degli impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte dell'Amministrazione, questa ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso, però, la presa in consegna degli impianti da parte dell'Amministrazione dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Anche qualora l'Amministrazione non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, essa può disporre, affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.

È pure facoltà della Ditta di chiedere che, nelle medesime circostanze, la verifica provvisoria degli impianti abbia luogo.

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, il funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

Ad ultimazione della verifica provvisoria, l'Amministrazione prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

#### 10.5.13 Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo deve iniziarsi entro il termine stabilito di <n. giorni> giorni solari dalla consegna degli impianti ed, in difetto, non oltre 6 mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori.

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso.

Ad impianto ultimato, si deve provvedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.F.;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto. In particolare, nel collaudo definitivo, dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:
  - a) che siano state osservate le norme tecniche generali di cui è detto all'art. "prescrizioni tecniche generali";
  - b) che gli impianti ed i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e le preventive indicazioni, inerenti allo specifico appalto, precisate dall'Amministrazione nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché risultino confermate nel progetto-offerta della Ditta aggiudicataria e purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
  - c) che gli impianti ed i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto-offerta, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
  - d) che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto, di cui è detto ai precedenti commi b) e c);
  - e) che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, in base a quanto indicato negli articoli precedenti, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
  - f) inoltre, nel collaudo definitivo dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria. Anche del collaudo definitivo verrà redatto regolare verbale.

**10.5.13.1** *Esame a vista*

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferentesi all'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni e misura di distanze nel caso di protezione con barriera,
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzioni polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.





Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

#### *10.5.13.2 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'opposizione dei contrassegni di identificazione*

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali di funzionamento contemporaneo, o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei dovuti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

#### *10.5.13.3 Verifica della sfilabilità dei cavi*

Si devono estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o di condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che quest'operazione non abbia provocato danneggiamento agli stessi.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o di condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o del condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto ed al dimensionamento dei tubi o dei condotti.

#### *10.5.13.4 Misura della resistenza di isolamento*

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmetro, la cui tensione continua sia 250 V, nel caso di misura su parti di impianto di categoria O o su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, oppure di 500 V, in caso di misura su parti di impianto di prima categoria.

La misura si deve effettuare tra ogni conduttore attivo ed il circuito di terra e fra ogni coppia di conduttori tra loro. Durante la misura, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito, intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 500.000 Ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 Ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguali a 50 V.



#### 10.5.13.5 *Misura delle cadute di tensione*

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente; nel caso di apparecchiature con assorbimento istantaneo, di corrente si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

#### 10.5.13.6 *Verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi*

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

#### 10.5.13.7 *Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti*

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8).

Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955, va effettuata la denuncia degli stessi alle Unità Sanitarie Locali (U.S.L.) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- a) esame a vista dei conduttori di terra e protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione, sia dei conduttori stessi, sia delle giunzioni. Si devono inoltre controllare i conduttori di terra, il morsetto di terra degli utilizzatori fissi ed il contatto di terra delle prese a spina;
- b) si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra di loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati ad una distanza dal loro contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

dispensore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione ed il dispersore ausiliario;

- c) deve essere controllato in base ai valori misurati, il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziali; per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
- d) quando occorre, sono da effettuare le misure delle tensioni di contatto e di passo. Queste sono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati.

Le norme CEI 64-8 forniscono le istruzioni per le suddette misure;

- e) nei locali da bagno deve essere eseguita la verifica delle continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale ed il conduttore di protezione. Detto controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

#### *10.5.14 Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti*

- a) Prima di iniziare le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza disponibile), siano conformi a quelle previste nel Capitolato speciale d'appalto e cioè quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto), all'atto delle verifiche o del collaudo, non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate a quando sia possibile disporre di correnti di alimentazione delle caratteristiche contrattualmente previste, purché ciò non implichi una dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore ad un massimo di 15 giorni.

Nel caso vi sia al riguardo impossibilità da parte dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione non intenda disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, le verifiche in corso d'opera, la verifica provvisoria ad ultimazione dei lavori, nonché il collaudo definitivo potranno ugualmente aver luogo, ma il collaudatore dovrà tener conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione che spetta a quelle contrattualmente previste e secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.

- b) Per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo, la Ditta è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione, a mettere a disposizione normali



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza poter perciò accampare diritti a maggiori compensi.

- c) Se in tutto o in parte gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'Appalto, spetterà all'Amministrazione di provvedere a quelli di propria spettanza qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

## 10.6 Garanzia degli impianti

Se non diversamente disposto nel Capitolato speciale di appalto, la garanzia è fissata entro 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Per garanzia degli impianti entro il termine precisato, si intende, l'obbligo che incombe alla Ditta di riparare tempestivamente, a sue spese, comprese quelle di verifica e tenuto presente quanto espresso ai paragrafi precedenti, tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio.

## 10.7 Consegna documentazione di fine lavori

Al termine dei lavori dovrà essere consegnata la seguente documentazione:

- dichiarazione di conformità completa degli allegati obbligatori (iscrizione alla camera di commercio, elenco marche utilizzate, ecc.);
- libretti di uso e manutenzione relative alle apparecchiature installate;
- libretti di garanzia delle apparecchiature installate;
- dichiarazione del responsabile sull'avvenuta istruzione del personale addetto all'uso dell'impianto alle nuove apparecchiature installate;
- disegni "AS BUILT" a fine lavori completo dei disegni planimetrici, degli schemi elettrici dei quadri e di tutta la documentazione necessaria redatta in triplice copia in formato cartaceo;
- certificazione CE dei quadri elettrici installati con stesura dell'apposito documento di prova e fascicolo tecnico indicante le prove di tipo, il collaudo, il calcolo della sovratemperatura (ove richiesto) secondo le normative vigenti;
- moduli di trasmissione debitamente compilati della dichiarazione di conformità agli organi di controllo (ASL e INAIL);
- o registro delle verifiche iniziali relativo agli impianti realizzati e/o modificati (con relativo svolgimento delle verifiche iniziali e delle prove strumentali previste, quali resistenza di terra, prove di isolamento, prove di intervento differenziali, prove di continuità, ecc);



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- Registro per eseguire le verifiche periodiche e per le manutenzioni ai sensi delle leggi e normative vigenti (suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico).

## 11 CENTRALINA OLEODINAMICA

### 11.1 Descrizione degli interventi

- Sostituzione centralina oleodinamica con una analoga da Pmax 150 bar così equipaggiata: con n°3 valvole di distribuzione oleodinamiche a doppio effetto (permettendo così le manovre di apertura e di chiusura del cilindro oleodinamico associato), n.2 motori asincroni da 10 kW cadauno, pressostati, limitatori di pressione, indicatore di livello olio, pompa di emergenza a braccia;
- motopompa di emergenza (diesel)
- raccolta, stoccaggio e smaltimento olio della centralina dismessa;
- fornitura nuovo olio idoneo a mantenere la viscosità di progetto anche con temperature comprese tra  $-15^{\circ}\text{C}$  e  $+45^{\circ}\text{C}$  e dovrà comunque garantire il regolare funzionamento delle apparecchiature in tali condizioni ;
- dismissione e nuova realizzazione di tubazioni di collegamento centralina/attuatori in inox AISI 304L PN200.

### 11.2 Descrizione sistema oleodinamico

Il sistema oleodinamico dovrà comprendere una centralina oleodinamica in grado di manovrare le paratoie. La centralina dovrà essere ubicata in sommità al pozzo di accesso al locale paratoie.

La centralina dovrà essere provvista di tre fonti di energia indipendenti:

- 1) alimentazione da rete elettrica;
- 2) alimentazione dal gruppo elettrogeno di emergenza della casa di guardia;
- 3) gruppo motore termico – pompa di emergenza.

Deve essere inoltre previsto l'azionamento manuale con pompa. Tale azionamento manuale deve essere dimensionato in modo tale da richiedere una potenza continuata minore di 100 Nm/s. Lo sforzo manuale continuato non dovrà eccedere i 150 N per persona e quello di breve durata i 250 N.

La centralina dovrà avere i circuiti elettrici ed oleodinamici distinti per ogni organo idraulico da comandare e dovrà essere dimensionata per la velocità di apertura e chiusura normale del servomotore pari a 0,20 m/min.



## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

Risulta composta principalmente da:

- n.1 serbatoio di capacità adeguata in lamiera d'acciaio inox AISI 304L di spessore superiore a 3 mm, con portello d'ispezione e tappo di riempimento a sfiato. Il coperchio del serbatoio dovrà essere dimensionato in modo da supportare le campane dei gruppi motore elettrico + pompa. Il serbatoio sarà completo di accessori quali: l'indicazione ottica di livello, i controlli di livello e di temperatura dell'olio, resistenza di riscaldamento opportunamente dimensionata con potenza specifica non superiore a 10W/cm<sup>2</sup> completa di termostato, valvole di ritegno, filtri, manometri, tubo di scarico con saracinesca di intercettazione corredata di tappo e quant'altro necessari per un perfetto funzionamento della centralina;
- n.2 elettropompe ciascuna da 10 k W, tali da garantire la manovra di una singola paratoia alla velocità di 0,2 m/min;
- n.1 gruppo di emergenza motore termico – pompa per manovre in assenza di energia elettrica;
- comando di emergenza in assenza di energia elettrica (pompa manuale);
- valvole di massima pressione, di sequenza, di ritegno, di regolazione di portata ecc., e quant'altro necessario a realizzare il comando oleodinamico degli organi;
- elettrovalvole di comando a solenoide,
- tubazioni in acciaio inox AISI 304L PN 200 di collegamento con i servomotori oleodinamici complete di raccordi in acciaio inox con tenuta ad ogiva;
- sistema automatico per compensare qualsiasi perdita d'olio del sistema di blocco delle paratoie in apertura;
- quadro di alimentazione e comando della centralina stessa posto nel locale di testa pozzo paratoie e quadro di comando locale paratoie posto all'interno del pozzo paratoie, predisposizione per quadro di comando da casa di guardia i segnali di posizione delle paratoie dovranno essere inviati, codificati e visibili dal quadro di comando locale, testa pozzo, casa di guardia;
- tutte le anomalie e le segnalazioni generali della centralina sono da riportare sui quadri e sul banco di comando;
- apparecchiature elettromeccaniche.

Le tubazioni del sistema oleodinamico in acciaio inox AISI 304 L PN 200 sono:

- n.4 Ø32 tubazioni oleodinamiche per comando cilindri paratoie;





## DISCIPLINARE DI FORNITURA DEGLI IMPIANTI E DELLE APPARECCHIATURE

- n.2  $\Phi 22$  tubazioni oleodinamiche per comando bypass;
- n.1  $\Phi 22$ + n.1  $\Phi 32$  tubazioni oleodinamiche in arrivo da motopompa;
- raccordi in acciaio inox AISI 304 con tenuta ad ogiva.

Le tubazioni di comando cilindri paratoie e bypass saranno ancorate mediante sistema di staffaggio realizzato in profilati in acciaio inox AISI 304L posti ad interasse 1200 mm e collari di fissaggio in resina termoplastica.

Sono compresi e compensati nel prezzo tutti i materiali, noli, trasporti e mano d'opera occorrenti per effettuare l'intervento a regola d'arte ivi compresa la messa in funzione del circuito oleodinamico comprendete il riempimento, degassaggio e collaudo in pressione dell'impianto.

NOTA BENE: PER QUANTO NON ESPRESSAMENTE DEFINITO NEL PRESENTE CAPITOLATO TECNICO, SI RIMANDA ALLA DESCRIZIONE DEL COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E DELL'ELENCO PREZZI UNITARI E AGLI ELABORATI GRAFICI.