


00	09/2022	PRIMA EMISSIONE	ETC	ETC	AC
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
<b>PROGETTO</b> <b>W01M</b> <b>Revamping dell'impianto di depurazione di Bellinzago Novarese - Via Ticino (NO)</b>					
<b>LIVELLO DI PROGETTAZIONE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>TITOLO ELABORATO</b> <b>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici - Opere elettriche</b>					
<b>COMMESSA</b> <b>10043353</b>		<b>CODICE ELABORATO</b> <b>D-R-120-10</b>		<b>CUP</b> <b>D11D22000130006</b>	
				<b>SCALA</b> <b>-</b>	
<b>IL PROGETTISTA</b>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ORDINE DEGLI INGEGNERI  DELLA PROVINCIA DI TRENTO  dott. ing. Angelo Cantatore  Ingegnere civile e ambientale, industriale e dell'informazione  Iscritto al N. 2532 d'Albo - Sezione A degli Ingegneri </div> <p><b>ETC ENGINEERING S.R.L.</b>  Via Praga, 7 - 38121 Trento (TN)  Tel: 0461 825966 - Fax: 0461 825966  web. www.etc-eng.it - e-mail: info@etc-eng.it</p>				<b>DATA</b> <b>09/2022</b>	
 <p>Via generali, 91  28100 Novara (NO)  Tel: 0321.413790</p>		<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b> <b>Ing. Giuseppe Caranti</b>		<b>DATA</b> <b>09/2022</b>	
		<b>IL DIRETTORE DEI LAVORI</b>		<b>DATA</b> <b>09/2022</b>	
				<b>PAG. N° DI</b> <b>1 1</b>	

Il presente elaborato non potrà essere riprodotto, nè distribuito senza l'autorizzazione scritta di questa Società che ne detiene la proprietà.

## INDICE

---

<b>1</b>	<b>IMPIANTO ELETTRICO .....</b>	<b>15</b>
1.1	Gradi di protezione minimi.....	15
1.2	Contrassegni – Colorazioni - Individuazioni .....	15
1.2.1	Apparecchiature interne .....	15
1.2.2	Apparecchiature esterne .....	16
1.2.2.1	Colori delle lampade di segnalazione e loro significato .....	16
1.2.2.2	Colori dei pulsanti e loro significato .....	17
1.3	Condizioni di progetto e dati del sistema di tensione, di distribuzione e di utilizzo dell'energia elettrica .....	17
1.3.1	Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico .....	17
1.3.2	Funzionamento del sistema elettrico .....	17
1.3.3	Frequenza nominale del sistema elettrico.....	18
1.3.4	Cadute di tensione.....	18
1.4	Note generali .....	18
1.5	Modalità di montaggio .....	20
1.6	Comandi locali.....	20
1.6.1	Classificazione secondo CEI.....	20
1.6.2	Tipologie e materiali per ambienti ordinari .....	20
1.6.2.1	Pulsante a fungo d'emergenza.....	20
1.6.2.2	Selettore e pulsanti di comando .....	21
1.6.2.3	Disposizione del selettore e pulsanti di comando .....	21
1.6.2.4	Morsettiera e cablaggio interno.....	21
1.6.3	Tipologie e materiali per aree classificate.....	21
1.6.4	Supporti.....	21
1.6.5	Protezione dai raggi solari.....	22
1.6.6	Targhette .....	22
1.7	Protezioni contro il fuoco .....	22
1.7.1	Protezioni ignifughe .....	22
1.7.2	Sbarramenti su passerelle aperte.....	23
1.7.3	Taglia fiamma orizzontale per percorsi verticali.....	24

1.7.4	Sbarramenti con conglomerato incombustibile.....	24
1.7.5	Sbarramenti con mastice incombustibile.....	24
1.7.6	Taglia fiamma verticale .....	24
1.7.7	Sigillature antifiamma dei tubi porta cavi .....	25
1.7.8	Sigillature con conglomerato incombustibile .....	25
1.7.9	Sigillature con lana di roccia e mastice incombustibile.....	25
1.7.10	Sbarramenti su passerelle chiuse .....	25
1.8	Cavi e conduttori.....	25
1.8.1	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione.....	25
1.8.2	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione in alluminio.....	26
1.8.3	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici.....	27
1.8.4	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione resistenti al fuoco.....	28
1.8.5	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali.....	29
1.8.6	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici per segnali .....	29
1.8.7	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo per messa a terra .....	30
1.8.8	Cavi BUS tipo PROFIBUS.....	31
1.8.9	Cavi ETHERNET tipo PROFINET .....	31
1.9	Dimensionamento delle condutture.....	31
1.9.1	Condizioni d'esercizio .....	31
1.9.1.1	Tensione .....	31
1.9.1.2	Corrente.....	32
1.9.1.3	Portate .....	32
1.9.1.4	Temperatura ambiente .....	32
1.9.1.5	Conduttori in parallelo .....	32
1.9.1.6	Compatibilità .....	32
1.9.1.7	Accessibilità.....	32
1.9.2	Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa.....	32
1.9.3	Portata dei cavi.....	33
1.9.4	Influenze esterne.....	33
1.9.5	Armatura e schermatura .....	33
1.9.6	Identificazione .....	34
1.9.7	Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.....	34
1.10	Criteri di posa dei circuiti e delle condutture .....	34
1.10.1	Criteri di posa .....	34

1.10.2	Lavori preliminari alla posa .....	34
1.10.3	Requisiti di posa .....	34
1.10.4	Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa .....	35
1.10.5	Temperatura di posa.....	36
1.10.6	Raggio di curvatura .....	36
1.10.7	Supporto dei cavi .....	36
1.11	Giunzioni e terminazioni .....	37
1.11.1	Requisiti generali.....	37
1.11.2	Terminazioni.....	37
1.11.3	Terminazione e giunzione dei singoli conduttori .....	38
1.12	Identificazione dei cavi.....	39
1.12.1	Identificazione dei cavi posati aerei.....	39
1.12.2	Identificazione dei cavi posati in tubi .....	39
1.13	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi "aerei" in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti .....	39
1.13.1	Requisiti di posa .....	39
1.13.2	Attraversamenti .....	40
1.13.3	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie.....	40
1.13.4	Posa cavi su fune d'acciaio.....	40
1.14	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi .....	41
1.14.1	Requisiti di posa dei cavi.....	41
1.15	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti.....	41
1.16	Profondità di posa di cavi d'energia .....	41
1.17	Profondità di posa dei conduttori di terra.....	41
1.18	Condizioni particolari di posa .....	41
1.18.1	Attraversamenti stradali .....	42
1.18.2	Zone non pedonali .....	42
1.18.3	Aree pavimentate .....	42
1.19	Derivazioni dai percorsi principali e uscite fuori terra.....	42
1.20	Incroci fra cavi elettrici.....	42
1.20.1	Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione .....	43
1.20.2	Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate.....	43
1.21	Elenchi dei cavi.....	43

<b>2</b>	<b>SISTEMI DI SUPPORTO DEI CAVI.....</b>	<b>44</b>
2.1	Tubi .....	44
2.1.1	Generalità .....	44
2.1.2	Parallelismi e giunzioni.....	44
2.1.3	Terminazioni dei tubi.....	45
2.1.4	Protezione delle filettature .....	45
2.1.5	Curve e raggi di curvatura .....	45
2.1.6	Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi .....	46
2.1.7	Supporto di tubi .....	46
2.1.8	Tubi su più strati .....	47
2.1.9	Raccordi a tre pezzi.....	47
2.1.10	Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili .....	47
2.1.11	Tubo rigido di PVC per impianti elettrici .....	47
2.1.12	Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato) .....	48
2.1.13	Tubo flessibile con spirale rigida di PVC (guaina) .....	48
2.1.14	Tubo flessibile con spirale di acciaio zincato (guaina) .....	49
2.2	Cassette di derivazione per impianti elettrici.....	49
2.2.1	Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete .....	49
2.2.2	Media cassetta di derivazione del tipo a parete .....	50
2.2.3	Cassette di derivazione stagne da esterno di materiale plastico rinforzato con fibre di vetro .....	50
2.2.4	Pressa cavi.....	50
2.2.5	Montaggio delle cassette di derivazione.....	51
2.3	Canalette .....	52
2.3.1	Canaletta in filo d'acciaio inox AISI 304.....	52
2.3.2	Materiale di supporto .....	53
<b>3</b>	<b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE .....</b>	<b>54</b>
3.1	Condizioni generali di protezione dei conduttori.....	54
3.2	Casi nei quali può essere omessa la protezione dal sovraccarico .....	54
3.3	Casi nei quali si raccomanda di non proteggere dal sovraccarico.....	54
3.4	Condizioni generali di protezione dal corto circuito.....	55
3.5	Verifica dell'integrale di Joule .....	55
3.6	Dispositivi automatici ad interruttore .....	55
3.6.1	Correnti di riferimento.....	55

3.6.2	Caratteristiche d'intervento .....	55
3.7	Dispositivi a fusibile .....	56
3.7.1	Classificazione.....	56
3.7.2	Correnti di riferimento.....	56
3.7.3	Caratteristica d'intervento .....	57
3.7.4	Poteri d'interruzione e caratteristica $I_{2t}$ .....	57
3.7.5	Condizioni generali di protezione dal sovraccarico.....	57
3.7.6	Condizioni generali di protezione dal corto circuito .....	58
<b>4</b>	<b>APPARECCHI PER USO COMUNE .....</b>	<b>59</b>
4.1	Apparecchi di comando per usi domestici e similari .....	59
4.2	Prese a spina per usi domestici e similari .....	59
4.3	Interruttore automatico per usi domestici.....	60
4.4	Prese fisse verticali con interruttore di blocco .....	60
<b>5</b>	<b>APPARECCHIATURE ASSIEMATE DI PROTEZIONE E MANOVRA (AS/ANS) (COMUNEMENTE CHIAMATI ANCHE QUADRI ELETTRICI).....</b>	<b>62</b>
5.1	Note generali .....	62
5.2	Caratteristiche meccaniche e costruttive degli armadi metallici .....	62
5.2.1	Lamiere.....	62
5.2.2	Struttura metallica .....	63
5.2.3	Verniciature.....	63
5.2.4	Messa a terra .....	63
5.2.5	Cablaggio elettrico.....	63
5.2.6	Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni.....	64
5.2.6.1	Apparecchiature interne.....	64
5.2.6.2	Apparecchiature esterne.....	64
5.3	Costruzioni dell'AS/ANS .....	66
5.3.1	Morsettiere .....	66
5.3.2	Fusibili.....	67
5.3.3	Contattori.....	67
5.3.4	Relè termici.....	67
5.3.5	Amperometro e voltmetro analogico .....	67
5.3.6	Trasformatori di corrente .....	68
5.3.7	Pulsanti - selettori - portalampada.....	68
5.3.8	Reperibilità materiali.....	68

5.3.9 Documentazione .....	68
5.3.10 Collaudi .....	69
<b>6 QUADRI DI BASSA TENSIONE .....</b>	<b>70</b>
6.1 Norme di riferimento .....	70
6.2 Condizioni di funzionamento .....	70
6.3 Inclusioni .....	71
6.4 Quantità e qualità delle apparecchiature .....	71
6.5 Dati di progetto .....	71
6.5.1 Dati di progetto meccanico .....	71
1.1.1 Dati di progetto elettrico .....	72
6.6 Celle .....	72
6.7 Accessibilità .....	72
6.8 Principali caratteristiche costruttive .....	73
6.8.1 Struttura meccanica del quadro .....	73
6.8.2 Caratteristiche elettriche delle celle .....	74
6.9 Caratteristiche dei principali componenti .....	74
6.9.1 Generalità .....	74
6.9.2 Apparecchiature di manovra .....	75
6.9.2.1 Interruttori per arrivi .....	75
6.9.2.2 Interruttori per partenze .....	75
6.9.2.3 Relè ausiliari .....	75
6.9.2.4 Morsettiere ausiliarie .....	75
6.9.2.5 Numerazione dei conduttori .....	75
6.10 Varie .....	75
6.10.1 Collegamenti di terra .....	75
6.10.2 Morsettiere ausiliarie .....	76
6.10.3 Materiali isolanti .....	76
6.10.4 Colorazione e individuazione delle anime dei conduttori .....	76
6.10.5 Separazione dei circuiti .....	77
6.11 Verniciatura .....	77
6.11.1 Ciclo di verniciatura .....	77
6.11.2 Colore .....	77
6.11.3 Garanzie sulle verniciature .....	77
6.12 Prove e collaudi .....	77

6.12.1	Requisiti generali.....	77
6.12.2	Collaudi in fabbrica.....	78
6.13	Quadro/i per automazione .....	78
6.13.1	Generalità .....	78
6.13.2	Cablaggio.....	79
6.13.3	Messa a terra .....	79
6.13.4	Costruzione dell'AS/ANS .....	80
6.14	Dimensionamento apparecchiature all'interno degli AS/ANS.....	80
6.14.1	Materiali isolanti .....	80
6.14.2	Sistema di sbarre fino a 250 A.....	80
6.14.3	Fusibili.....	81
6.14.4	Contattori .....	81
6.14.5	Interruttori automatici specifici per protezione motore .....	82
6.14.6	Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari .....	83
6.14.7	Relé termico .....	84
6.14.8	Avviamento di motori tramite Soft Start.....	84
6.14.9	Avviamento di motori tramite Inverter.....	84
6.14.10	Amperometro e voltmetro analogico .....	84
6.14.11	Analizzatore d'energia da quadro.....	85
6.14.12	Trasformatori di corrente .....	85
6.14.13	Alimentatori stabilizzati ridondati.....	85
6.14.14	Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro .....	85
6.14.15	Pulsanti – selettori – portalampada .....	86
6.14.16	Lampade di segnalazione a LED.....	86
6.14.17	Relé ausiliari .....	86
6.14.18	Ventilatori e filtri EMC per circolazione aria all'interno dei quadri .....	86
6.14.19	Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche .....	86
6.14.20	Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche.....	86
6.14.21	Morsettiere.....	87
6.14.22	Cablaggio elettrico .....	87
<b>7</b>	<b>STRUMENTAZIONE.....</b>	<b>88</b>
7.1	Note generali .....	88
7.2	Cassette di derivazione per strumentazione.....	89
7.2.1	Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete .....	89



7.2.2	Media cassetta di derivazione del tipo a parete .....	90
7.2.3	Cassette contenitori per sistemi BUS .....	90
7.2.4	Cassette per derivazione sistema ProfiBUS PA e ProfiBUS DP .....	90
7.2.5	Pressa cavi.....	91
<b>8</b>	<b>SISTEMA CENTRALIZZATO DI CONTROLLO CON PLC .....</b>	<b>92</b>
8.1	Premessa.....	92
8.2	Requisiti funzionali .....	92
8.2.1	Qualificazione del Fornitore .....	92
8.2.2	Specifiche di progetto .....	92
8.3	Espandibilità .....	93
8.4	Affidabilità e disponibilità.....	93
8.4.1	Minimizzazione della frequenza dei guasti.....	94
8.4.2	Minimizzazione delle conseguenze dei guasti .....	94
8.4.3	Minimizzazione della durata dei guasti.....	94
8.5	Manutenibilità .....	94
8.6	Sicurezza .....	94
8.7	Documentazione .....	95
8.8	Variabili di processo.....	95
8.8.1	Tipologie di Input e di Output.....	95
8.9	Identificazione dei punti.....	96
8.10	Funzioni di scansione .....	96
8.10.1	Input analogici convenzionali .....	96
8.10.2	Input discreti convenzionali .....	96
8.10.3	Sequenze di eventi.....	96
8.10.4	Ingresso a impulsi .....	97
8.10.5	Valori calcolati.....	97
8.11	Interfacce di comunicazione .....	97
8.11.1	Caratteristiche .....	97
8.11.1.1	Bus di comunicazione .....	97
8.11.1.2	Processori di comunicazione .....	97
8.11.1.3	Velocità di trasmissione.....	97
8.11.1.4	Protocolli di comunicazione.....	97
8.11.1.5	Affidabilità .....	98
8.11.1.6	Supporto fisico di rete .....	98

8.12 Input e Output di processo .....	98
8.12.1 Caratteristiche generali .....	98
8.12.2 Sottosistema degli input analogici .....	98
8.12.3 Input digitali .....	99
8.12.4 Input ed output remoti .....	99
8.12.5 Interfacce I/O seriali .....	99
<b>9 IMPIANTO DI TERRA .....</b>	<b>100</b>
9.1.1 Collettore (o nodo) di terra .....	100
9.1.2 Conduttori di protezione .....	100
9.1.3 Conduttori equipotenziali .....	101
9.2 Realizzazione dell'impianto di terra .....	101
9.3 Collegamenti di terra di componenti tipici .....	102
9.4 Impianto integrativo per protezioni da sovratensioni .....	103
9.4.1 Generalità .....	103
9.4.2 Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche .....	104
9.4.3 Considerazioni finali .....	104
<b>10 SISTEMI DI COMUNICAZIONE .....</b>	<b>105</b>
10.1 Normative di riferimento .....	105
10.2 Bretelle di permutazione in rame .....	105
10.3 Sistemi di Canalizzazione .....	105
10.4 Modalità d'installazione e certificazione del cablaggio .....	106
<b>11 TERMINOLOGIE .....</b>	<b>107</b>
11.1 Terminologie contrattuali .....	107
11.2 Terminologie tecniche .....	107
11.2.1 Terminologie della parte elettrica .....	107
<b>12 NORMATIVE APPLICABILI .....</b>	<b>109</b>
12.1 Leggi e norme .....	109
12.1.1 Norme .....	109
12.1.2 Direttive e linee guida .....	110
12.1.3 Leggi .....	110
12.2 Priorità dei documenti .....	110
12.3 Marchi registrati .....	111
12.4 Unità di misura .....	111
<b>13 OPERE E LIMITI .....</b>	<b>112</b>

13.1 Opere .....	112
13.2 Ulteriori prestazioni a carico dell'Appaltatore.....	112
13.2.1 Obblighi a carico dell'Appaltatore riguardanti la misurazione dei lavori .....	112
13.2.2 Cartello di cantiere .....	112
13.2.3 Spese contrattuali, imposte, tasse.....	112
13.2.4 Ulteriori oneri e obblighi a carico dell'appaltatore.....	113
13.3 Materiali .....	113
13.3.1 Materiali di consumo.....	113
13.3.2 Materiali accessori di montaggio.....	113
13.4 Altre opere.....	114
<b>14 CAPO PROGETTO DELL'APPALTATORE .....</b>	<b>115</b>
<b>15 SISTEMA QUALITÀ E CERTIFICATI .....</b>	<b>116</b>
15.1 Manuale della qualità .....	116
15.2 Piano di controllo qualità .....	116
15.3 Piano della qualità.....	117
<b>16 DOCUMENTAZIONE TECNICA.....</b>	<b>118</b>
16.1 Standard dei documenti.....	118
16.1.1 Lingue ufficiali .....	118
16.1.2 Piano di consegna dei documenti .....	118
16.1.3 Qualità dei documenti e disegni .....	118
16.1.4 Codifica documenti.....	118
16.2 Documenti d'ingegneria .....	119
16.2.1 Approvazione dei documenti .....	119
16.2.2 Documenti di conformità.....	120
16.2.2.1 Generale.....	120
16.2.2.2 Certificati per le forniture elettriche .....	120
16.2.3 Documentazione finale .....	121
16.2.3.1 Contenuto minimo della documentazione finale "as built" .....	121
16.2.3.2 Programmi applicativi.....	121
<b>17 TRASPORTO MATERIALE, IMBALLAGGIO.....</b>	<b>122</b>
17.1 Imballaggi.....	122
17.2 Trasporti .....	122
<b>18 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....</b>	<b>123</b>
<b>19 COSTRUZIONE E MONTAGGIO.....</b>	<b>124</b>

19.1 Generalità.....	124
19.2 Ponteggi, strutture di rinforzo .....	124
19.2.1 Ponteggi metallici.....	124
19.2.2 Ponteggi a sbalzo .....	124
19.2.3 Puntellature .....	124
19.2.4 Travi di rinforzo.....	125
19.3 Sistemi di pulitura dei materiali .....	125
19.4 Montaggi .....	125
19.4.1 Generalità .....	125
19.4.2 Interferenze .....	126
19.4.3 Elementi strutturali di fissaggio .....	126
19.5 Fine montaggio .....	126
<b>20 PARTE MECCANICA .....</b>	<b>128</b>
20.1 Scelta materiali .....	128
<b>21 PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE (ZINCATURE E VERNICIATURE).....</b>	<b>129</b>
21.1 Generalità.....	129
21.2 Zincature .....	129
21.2.1 Zincature a caldo .....	129
21.2.2 Zincature a freddo.....	129
21.3 Verniciature contro la corrosione .....	130
21.3.1 Norme .....	130
21.3.2 Sistemi di verniciatura.....	130
21.3.3 Materiali.....	130
21.3.4 Modalità di esecuzione dei lavori .....	131
21.3.5 Garanzie .....	131
21.3.6 Trattamenti speciali delle superfici.....	132
21.3.6.1 Protezione dalla corrosione con sistemi "Duplex" (zincatura a caldo e verniciatura)	132
21.3.6.2 Protezione dalla corrosione e dal fuoco con sistemi "Duplex".....	132
21.3.6.3 Verniciature di protezione per il trasporto .....	132
21.3.6.4 Piccoli parti.....	132
21.3.6.5 Acciai inox.....	132
21.4 Controlli delle saldature .....	133
21.4.1 Generalità .....	133
21.4.2 Strutture in acciaio.....	133

<b>22 COSTRUZIONI IN ACCIAIO .....</b>	<b>135</b>
22.1 Generalità.....	135
22.2 Materiali e lavorazioni .....	136
22.2.1 Ferro - Acciaio.....	137
22.2.2 Acciai .....	137
22.2.3 Acciaio inossidabile.....	138
22.3 Esecuzione di lavori.....	138
22.3.1 Generalità .....	138
22.3.2 Avvertenze particolari - Fasi di lavoro.....	139
22.3.3 Prescrizioni speciale.....	139
22.4 Tolleranze .....	140
22.4.1 Tolleranze dei singoli elementi.....	140
22.4.2 Tolleranze di montaggio .....	140
22.5 Scale.....	140
22.5.1 Parapetti.....	141
22.5.2 Griglie.....	141
22.6 Controlli delle strutture in montaggio .....	142
22.6.1 Generalità .....	142
22.6.2 Requisiti di accettazione di materiali e componenti.....	142
22.6.3 Controlli sui materiali.....	142
22.6.4 Collaudo degli elementi in acciaio .....	142
<b>23 TRAINING DEL PERSONALE.....</b>	<b>144</b>
<b>24 COLLAUDI .....</b>	<b>145</b>
24.1 Generalità.....	145
24.1.1 Pre collaudo eseguito dal Fornitore / Appaltatore .....	145
24.1.2 Strumentazione necessaria.....	145
24.1.3 Documentazione da fornire prima del collaudo .....	145
24.1.4 Documentazione da fornire a collaudo avvenuto .....	145
24.2 Collaudi durante la fabbricazione.....	145
24.2.1 Procedure.....	145
24.2.2 Prescrizioni minime sui controlli e collaudi .....	145
24.2.3 Apparecchiature elettriche / elettroniche.....	146
24.2.3.1 Apparecchiature di serie e non di serie (AS/ANS) .....	146
24.2.3.2 Documentazione per apparecchiature di serie e non di serie (AS/ANS) .....	146

24.3 Controllo e verifica delle verniciature .....	147
24.4 Controllo di fine montaggi.....	147
24.5 Collaudi funzionali.....	147
24.5.1 Oggetto delle prove prestazionali degli impianti elettrici.....	147

## 1 IMPIANTO ELETTRICO

### 1.1 GRADI DI PROTEZIONE MINIMI

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali, se non diversamente indicato nei rispettivi capitoli dovrà essere, come minimo, come di seguito indicato:

	Interno	Esterno
Quadri elettrici, collocati entro cabine	IP 31	IP 55
Quadri elettrici, collocati nelle sale di lavorazione	IP 55	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte)	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche e strumentali	IP 54	IP 55
Motori elettrici:	IP 54	IP 55

### 1.2 CONTRASSEGNI – COLORAZIONI - INDIVIDUAZIONI

#### 1.2.1 Apparecchiature interne

Le apparecchiature interne dovranno essere chiaramente identificate mediante:

Contrasegni fasi L1; L2; L3 - contrassegno neutro: N - contrassegno terra: nastratura giallo-verde.

Contrasegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.

Contrasegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.

Colorazione dei conduttori	
isolati di fase:	marrone, sezione minima 2,5 mm <sup>2</sup>
conduttore di neutro:	azzurro, sezione minima 2,5 mm <sup>2</sup>
conduttore di terra:	giallo-verde, sezione minima 2,5 mm <sup>2</sup>
conduttori in tensione anche a interruttore: generale aperto	arancio
conduttori a tensione 48 Vca:	grigio, sezione minima 1,5 mm <sup>2</sup>
conduttore positivo in c.c.:	rosso, sezione minima 1,5 mm <sup>2</sup> , nota <sup>1</sup>
conduttore negativo in c.c.:	nero, sezione minima 1,5 mm <sup>2</sup>
conduttore per segnali da e per PLC/DCS:	viola, sezione minima 1 mm <sup>2</sup>
conduttori per segnali amperometrici:	bianco, sezione minima 2,5 mm <sup>2</sup>
conduttore per circuiti di blocco:	rosa, sezione minima 2,5 mm <sup>2</sup>

Targhe in plexiglas di colore nero inciso bianco a pantografo in lingua italiana e tedesca e fissate con viti o rivetti.

<sup>1</sup> Dovranno essere chiaramente identificabili i conduttori a 24 Vcc da quelli a 110 Vcc

## 1.2.2 Apparecchiature esterne

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

### 1.2.2.1 Colori delle lampade di segnalazione e loro significato

Colore	Significato	Spiegazione	Impiego tipico
Rosso	Pericolo oppure allarme	Segnalazione prima del possibile pericolo oppure prima di condizioni che richiedono un immediato intervento.	Temperature al di fuori dei limiti di sicurezza; parti essenziali dell'equipaggiamento bloccate mediante l'intervento di un dispositivo di sicurezza.
Giallo	Attenzione	Cambiamento o presumibili alterazioni delle condizioni.	Temperature che si scostano dal valore normale; sovraccarico la cui durata è ammessa solo per un tempo limitato.
Verde	Sicurezza, servizio normale	Indicazione di una condizione di funzionamento sicura oppure autorizzazione a procedere.	Liquido refrigerante in circolazione, macchina pronta per la messa in marcia.
Blu	Significato speciale	Il blu può avere qualsiasi significato, però non quello dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	Selettori in posizione di predisposto oppure in posizione di comando a distanza.
Bianco	Significato generale	Qualsiasi significato, può essere utilizzato tutte le volte che ci fossero dei dubbi sulla utilizzazione dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	



### 1.2.2.2 Colori dei pulsanti e loro significato

Colore	Significato	Impiego tipico
Rosso	Agire in caso di pericolo	Emergenza; Stop; Arresto.
	STOP (arresto), oppure disinserzione	Arresto generale, arresto di uno o più motori, arresto di un apparecchio di manovra, ripristino combinato con la funzione di arresto.
Giallo	Intervento	Intervento per sopprimere condizioni anormali oppure evitare cambiamenti non desiderati.
Verde	Avviamento oppure inserzione	Avviamento generale, avviamento di uno o più motori, avviamento di parti di macchine, chiusura di un apparecchio di manovra.
Blu	Qualsiasi significato che però non riguardi i colori sopra descritti	In casi particolari può essere attribuito a questo colore un significato che non riguarda però i colori rosso, giallo, verde.
Bianco, Nero, Grigio	Non viene attribuito alcun particolare significato	Può essere utilizzato per qualsiasi significato, ad eccezione dei pulsanti di arresto oppure di disinserzione.

## 1.3 CONDIZIONI DI PROGETTO E DATI DEL SISTEMA DI TENSIONE, DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

A riguardo del sistema di tensione essendo l'impianto in oggetto di seconda categoria con alimentazione diretta da Ente Erogatore, è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN.

Più precisamente l'impianto è previsto di tipo TN-S la cui definizione è la seguente:

- T Collegamento diretto a terra di un punto del sistema (nel ns. caso le masse);
- N Masse collegate al punto messo a terra del sistema d'alimentazione;

S Funzioni di neutro e di conduttore di protezione, svolti separatamente.

Le caratteristiche dei sistemi elettrici si possono quindi definire come segue:

- Sistema di fornitura dell'energia fino al punto di consegna: Il categoria (23 kV)
- Sistema di distribuzione dell'energia all'interno dell'impianto: I categoria (0,4 kV)

Stato del neutro: Distribuito

### 1.3.1 Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico

La tensione nominale del sistema è 400 Vca.

La tensione d'esercizio del sistema sarà a 380 Vca, con variazioni del  $\pm 10\%$  in servizio continuo e del  $-20\%$  in condizioni transitorie per una durata di 10 s circa.

### 1.3.2 Funzionamento del sistema elettrico

Il sistema a 400 Vca normale funzionerà con neutro messo francamente a terra e generalmente non accessibile.

### 1.3.3 Frequenza nominale del sistema elettrico

La frequenza nominale del sistema elettrico è 50 Hz, essa potrà variare entro il campo 49,5 / 50,5 Hz nel funzionamento normale.

### 1.3.4 Cadute di tensione

Le cadute di tensione nelle varie parti del sistema elettrico dovranno essere contenute entro i limiti di seguito indicati; i valori si dovranno intendere riferiti alla tensione nominale del sistema; il calcolo delle cadute di tensione durante l'avviamento di un motore dovrà essere eseguito sulla base della minima potenza di corto circuito.

Elemento del sistema	Pos.	Funzionamento	deltavi
Nei cavi d'alimentazione dei motori	1	Con motore funzionante alla potenza nominale	4 %
Ai morsetti dei motori avviamenti in corto circuito	2	Durante l'avviamento <sup>(2)</sup>	25 %
Nelle sbarre dei quadri alimentazione	3	Durante l'avviamento del motore più grosso <sup>(3)</sup>	15 %
Nei cavi d'alimentazione dei quadri luce	4	Con il carico massimo previsto	1 %
Nei cavi d'alimentazione degli apparecchi illuminati	5	-----	4 %

## 1.4 NOTE GENERALI

L'Installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto elettrico, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dei motori elettrici, dei sensori elettrici e delle colonnine di comando locale.

Taratura ed allineamento dei termici a quadro.

---

Nota 2 Il valore massimo del 25 % deve intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle sbarre dei quadri di alimentazione dei motori stessi.

Nota 3 I cavi di alimentazione di un sistema di sbarre a più sezioni, unite da congiuntori, avranno una portata tale da poter supportare la massima richiesta di carico anche con una alimentazione fuori servizio.

La tensione disponibile ai morsetti dei motori durante l'avviamento sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento dei motori, anche a pieno carico se richiesto, senza danno ai motori stessi.

La tensione disponibile sulle sbarre sarà comunque tale da non interferire sul funzionamento dei motori in marcia e da consentire la chiusura dei contattori dei motori. La scelta dei cavi sarà fatta in conformità al tipo di posa e del luogo ove verranno impiegati. La portata dei cavi sarà prevista come segue, tenendo conto del tipo di posa, delle temperature ambiente, della natura del terreno, dei raggruppamenti, ecc.:

Realizzazioni delle connessioni di potenza e di telecomando.

Tutto l'impianto elettrico luce ed F.M. dovrà essere realizzato con passerelle e conduit separati da quelli necessari per l'impianto strumentale.

Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.

I cavi elettrici di potenza e di telecomando dovranno avere un percorso separato dai cavi di misura.

Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.

Ogni conduit a vista, passerella o cassetta di giunzione dovrà poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto.

La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche dovrà essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; le cassette di giunzione (ove necessarie) dovranno essere ubicate in zone sicure per l'operatore.

Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.

Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista dovranno essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.

Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di chiodi sparati.

Tutti i tubi posati nelle strutture murarie dovranno essere installati prima della gettata.

Non saranno permesse scanalature nei manufatti.

Tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.

Tutte le linee di alimentazione dovranno essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.

I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve dovranno essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.

I portaconduttori dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.

Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di giunzione e/o smistamento dovranno essere messi a terra tramite piastrine.

Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.

Tutte le passerelle poste in verticale saranno coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.

Non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità, installare cassette di derivazione.

Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.

Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche dovranno essere previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso che in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.

Tutte le morsettiere delle cassette elettriche dovranno essere opportunamente numerate.

Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere elettriche delle cassette dovranno essere numerati nel modo seguente:

tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;

tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura collegata.

## **1.5 MODALITÀ DI MONTAGGIO**

Le apparecchiature elettriche installate in sito (colonnini, cassette, ecc.) dovranno essere montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di manovra e/o manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

Ove possibile, è prescritto che la quota di installazione delle apparecchiature elettriche in campo sia compresa fra i 1.000 - 1.500 mm rispetto ai piani di servizio.

Tutte le apparecchiature che potrebbero essere danneggiate, sia in fase di montaggio, sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni od apparecchiature di processo, dovranno essere meccanicamente protette.

Le apparecchiature non dovranno essere installate su parti di impianto soggette a vibrazioni; nei casi eccezionali in cui non sia possibile seguire questa norma, si dovrà ricorrere a staffature di sostegno delle apparecchiature del tipo antivibrante.

Le apparecchiature installate all'aperto dovranno essere protette dalle intemperie con opportune tettoie o custodie.

## **1.6 COMANDI LOCALI**

Ciascuna macchina dovrà essere munita di comando locale atto sia all'arresto d'emergenza, sia al reset d'emergenza, sia alla marcia / arresto dal posto, sia alla selezione di funzionamento "Locale" – 0 – "Remoto"

La funzione dell'arresto d'emergenza dovrà essere, normalmente, eseguita tramite la posizione su 0 del selettore, sempre accessibile al personale.

### **1.6.1 Classificazione secondo CEI**

I comandi locali saranno classificati come apparecchiature AS e ANS, secondo CEI 17-13, di conseguenza subiranno le stesse prove dei quadri elettrici veri e propri.

### **1.6.2 Tipologie e materiali per ambienti ordinari**

Ciascun comando locale, ovvero il gruppo di comandi per più utenze, dovrà essere contenuto all'interno di una cassetta chiusa su tutti i lati.

Detta cassetta costituita da lamiera d'acciaio inox 1.4404 di dimensioni minime 250 x 150, H = 350 mm, dovrà avere un grado di protezione minimo IP 55 a porta chiusa e IP 21 a porta aperta.

L'ingresso sarà solo nella parte bassa della cassetta tramite uno o più efficaci pressa cavi.

#### **1.6.2.1 Pulsante a fungo d'emergenza**

Ciascun comando locale deve avere un pulsante a fungo d'emergenza, di diametro almeno 40 mm, montato all'esterno della cassetta, sulla parte alta.

Detto pulsante deve avere la posizione auto mantenuta di "premuto" e lo sbocco a rotazione, inoltre è previsto un pulsante di reset emergenza.

#### **1.6.2.2 Selettore e pulsanti di comando**

Il selettore, come i pulsanti di comando, dovranno essere della stessa marca di quelli previsti all'interno dei quadri elettrici e dovranno essere almeno di diametro 22 mm.

#### **1.6.2.3 Disposizione del selettore e pulsanti di comando**

Il selettore e i pulsanti di comando devono essere ergonomicamente collocati sulla contro porta della cassetta a una distanza tra loro di almeno 40 mm (asse – asse) al fine di permettere il loro uso con mani munite di guanti da lavoro.

#### **1.6.2.4 Morsettiera e cablaggio interno**

Il selettore, i pulsanti di comando e il pulsante a fungo di ciascuna utenza dovranno essere cablati con conduttori del tipo FS17 di sezione minima 1,5 mm<sup>2</sup> debitamente numerati da 1 a 9.

I conduttori interni, come pure quelli esterni, faranno capo a una morsettiera di tipo componibile costituita di 9 morsetti di sezione minima 4 mm<sup>2</sup> e un morsetto giallo – verde di sezione 16 mm<sup>2</sup>; la morsettiera dovrà riportare il numero dell'utenza a cui si riferisce.

### **1.6.3 Tipologie e materiali per aree classificate**

Nel caso un comando locale debba essere installato in zona con pericolo d'esplosione, lo stesso deve essere munito di certificato ATEX per la configurazione e conformazione esattamente impiegata.

Non è ammessa in alcun modo la modifica o la foratura della scatola certificata.

Per questa tipologia di apparecchiatura non è richiesta la cassetta indicata nel capitolo precedente e non è richiesta la chiusura con chiave triangolare.

### **1.6.4 Supporti**

Il comando locale potrà essere supportato / fissato con:

direttamente a muro, tramite quattro tasselli e appropriate viti inox

a struttura metallica, tramite due staffe a "morsa" (inferiore e superiore), realizzate in acciaio e viti inox

a tubazione metallica verticale (palo), tramite un'unica staffa munita di due collari a "U", realizzate in acciaio e viti inox

a pavimento, tramite apposita colonnina di sostegno, realizzata come segue:

piastra di base, in lamiera d'acciaio dello spessore di almeno 5 mm, di dimensioni circa 200 x 200 mm, con quattro fori.

supporto verticale, realizzato con lamiera d'acciaio di almeno 2,5 mm, piegata a "U" con lati di circa 40 – 100 – 40 mm, altezza circa 1600 mm da terra

bulloneria inox

i complessi meccanici, così realizzati in officina, prima del montaggio dovranno essere trattati con un rivestimento tipo "2" secondo quanto indicato nella tabella 2 del capitolo "Verniciature" e successivamente ritoccati ove necessari.

La tipologia dei supporti sarà oggetto di approvazione da parte della Direzione Lavori.

### **1.6.5 Protezione dai raggi solari**

Nel caso in cui il comando locale sia collocato in ambiente esterno esso andrà debitamente protetto da un tettuccio di lamiera d'acciaio inox 1.4404 al fine di evitare surriscaldamento interno dello stesso.

La distanza del tettuccio rispetto alla parte superiore della cassetta dovrà essere tale da non interferire con i dispositivi di comando con il minimo di 50 mm.

### **1.6.6 Targhette**

Sia sulla portina d'accesso, sia sulla contro porta interna, sia all'interno della cassetta dovrà essere posta la medesima targhetta indicante:

la descrizione sommaria del servizio dell'utenza comandata / controllata

l'identificazione della sigla di progetto dell'utenza comandata / controllata

La targhetta dovrà essere realizzata in materiale plastico termoindurente dello spessore minimo di 1 mm con superficie di colore nero e scrittura incisa di colore bianco.

Le dimensioni della targhetta saranno, come minimo, di 100 x 20 mm, con scritte in carattere ARIAL di altezza minima:

8 mm, per la sigla dell'utenza

5 mm, per la descrizione dell'utenza

Ciascun elemento quale selettore / pulsante / lampada spia o altro dovrà essere singolarmente identificato tramite targhette "a collare" con la descrizione della funzione, come: LOCALE – DISTANTE – AVANTI – INDIETRO – AVVIAMENTO – FERMO – MARCIA – 0 (zero), ecc.

Il fissaggio delle targhette alla cassetta dovrà essere esclusivamente tramite rivetti di materiale plastico.

Una volta applicata la targhetta l'operazione meccanica non dovrà alterare il grado di protezione della cassetta.

## **1.7 PROTEZIONI CONTRO IL FUOCO**

### **1.7.1 Protezioni ignifughe**

Gli sbarramenti antifiamma devono assicurare la tenuta al fuoco delle pareti e delle solette in corrispondenza delle aperture necessarie per il passaggio dei cavi e devono evitare che i cavi possano comunque propagare un eventuale incendio lungo il loro percorso.

Gli sbarramenti devono essere realizzati mano a mano che le varie parti di impianto sono compiute e comunque prima della messa in tensione dei cavi interessati.

I materiali utilizzati non dovranno contenere amianto e devono essere idonei al luogo d'installazione.

I materiali utilizzati e la tecnologia di impiego devono comunque essere approvati dal Committente. I componenti principali degli sbarramenti sono i seguenti:

Lana di roccia.

La lana di roccia deve avere temperatura di rammollimento non inferiore a 900° C; essa deve essere del tipo a "materassino", affinché ne sia facilitata la messa in opera ed il costipamento ove richiesto.

Pannelli incombustibili.

I pannelli devono essere rigidi e devono avere densità non inferiore a 150 kg/m<sup>3</sup> e spessore non inferiore a 5 cm.

Alla messa in opera essi devono essere uniformemente ricoperti su tutte le superfici con mastice incombustibile applicato a spruzzo o a pennello per uno spessore non inferiore a 0,5 mm (a mastice asciutto).

Lastre incombustibili.

Le lastre devono essere in impasto di cemento rinforzato con idonee fibre minerali e devono avere uno spessore non inferiore a 3 mm.

Conglomerato incombustibile.

Il conglomerato incombustibile deve essere a base di lana di roccia, cemento ed additivi vari, in composizione preparata dal fornitore e confezionata con le modalità indicate dal fornitore stesso.

L'impasto così ottenuto deve essere facilmente applicabile a spatola; in opera.

A presa effettuata, esso deve presentarsi come un conglomerato relativamente compatto, non friabile, di caratteristiche, tuttavia, tali che gli sbarramenti risultino demolibili con utensili a mano in modo che sia agevole l'eventuale aggiunta o rimozione di cavi.

Mastice incombustibile.

Il mastice incombustibile deve essere a base di lana di roccia, leganti e additivi vari in confezioni preparate dal fornitore; deve presentarsi allo stato pastoso in modo da poter essere facilmente applicato tanto a spruzzo che a mano.

Allorché essiccato, esso deve presentarsi come un rivestimento compatto, plastico e non igroscopico.

### **1.7.2 Sbarramenti su passerelle aperte**

Gli sbarramenti su passerelle devono essere realizzati in corrispondenza di tutti gli attraversamenti di pareti o di solette di separazione REI.

Ove il foro nella parete o soletta sia eccessivo rispetto all'ingombro della passerella, esso dovrà essere ridotto a quanto strettamente necessario riprendendo la struttura muraria o la pannellatura.

Nei percorsi orizzontali la lunghezza di ciascun sbarramento deve essere pari a 1 m circa; nel caso di passerelle sovrapposte o affiancate gli sbarramenti devono essere allineati.

Nei percorsi verticali gli sbarramenti devono essere preferibilmente realizzati mediante un taglia fiamma orizzontale; dove la realizzazione di detto taglia fiamma risulti molto difficoltosa e previa approvazione del Committente, esso può essere sostituito da uno sbarramento realizzato con mastice incombustibile, fino a una altezza pari a 1,5 m.

Nel caso di passerelle sovrapposte o affiancate, i taglia fiamma o gli sbarramenti devono essere allineati; inoltre, ove le passerelle non siano tra loro segregate il taglia fiamma orizzontale deve essere unico per tutte le passerelle.

### **1.7.3 Taglia fiamma orizzontale per percorsi verticali**

Il taglia fiamma orizzontale per passerelle verticali deve essere costituito di pannelli di lana di roccia, sagomati in maniera da lasciare il minor spazio possibile sia verso i cavi che verso le pareti della passerella, sporgenti dalla passerella non meno di 20 cm in tutte le direzioni e distanti fra loro circa 30 cm.

I setti devono essere solidamente ancorati alle passerelle mediante opportune staffe metalliche imbullonate alle sponde delle passerelle stesse, di lunghezza pari a quella dei setti.

Tutti gli spazi che restano tra setti e cavi e tra setti e passerelle devono essere sigillati per tutto lo spessore del pannello mediante lana di roccia costipata e quindi uniformemente ricoperta da ambo i lati con il mastice incombustibile per uno spessore non inferiore a 1 mm a mastice asciutto.

### **1.7.4 Sbarramenti con conglomerato incombustibile**

Gli sbarramenti in corrispondenza di attraversamenti di solette devono essere eseguiti sigillando il vano di attraversamento con il conglomerato in oggetto per uno spessore non inferiore a 15 cm.

### **1.7.5 Sbarramenti con mastice incombustibile**

Gli sbarramenti in corrispondenza di attraversamenti di pareti in muratura e solette devono essere eseguiti sigillando il vano di attraversamento, per uno spessore non inferiore a 15 cm, mediante lana di roccia costipata e quindi uniformemente ricoperta, a spruzzo o a pennello, con il mastice incombustibile per uno spessore non inferiore ad 1 mm a mastice asciutto.

### **1.7.6 Taglia fiamma verticale**

In corrispondenza di attraversamenti di pareti pannellate o di pareti in muratura di spessore inferiore a 15 cm, come pure negli attraversamenti di pareti in muratura di maggiore spessore quando non sia possibile ripristinare la muratura in maniera da lasciare un interspazio tra passerella e parete minore di 15 cm, la sigillatura a tenuta di fuoco deve essere realizzata come segue:

per pareti pannellate e per pareti in muratura di spessore inferiore a 15 cm deve essere disposto, in asse con la parete, un setto verticale ricavato da pannelli di lana di roccia sagomato in maniera da lasciare il minor spazio possibile sia verso i cavi e le pareti delle passerelle che verso i bordi della parete attraversata, ancorato alle sponde della passerella e sigillato con lana di roccia costipata e ricoperta con mastice incombustibile

per pareti in muratura di spessore uguale o superiore a 15 cm i setti verticali di cui sopra devono essere due, disposti a filo delle superfici della parete; altri dettagli come detto sopra.



### **1.7.7 Sigillature antifiamma dei tubi porta cavi**

Le sigillature antifiamma dei tubi porta cavi devono essere realizzate in corrispondenza dell'estremità libera nel punto di distacco dalle passerelle.

Per le tubazioni che attraversano pareti o solette le sigillature devono essere realizzate ad una delle due estremità libere.

### **1.7.8 Sigillature con conglomerato incombustibile**

I tubi devono essere sigillati con il conglomerato incombustibile per un tratto di circa 10 cm.

### **1.7.9 Sigillature con lana di roccia e mastice incombustibile**

I tubi devono essere costipati con lana di roccia per un tratto di circa 10 cm; il riempitivo deve essere quindi uniformemente ricoperto, a spruzzo o a pennello, con il mastice incombustibile per uno spessore, a mastice asciutto, non inferiore a 1 mm.

### **1.7.10 Sbarramenti su passerelle chiuse**

Gli sbarramenti su passerelle chiuse devono essere effettuati con conglomerato incombustibile per un tratto di almeno 10 cm negli attraversamenti di pareti e solette.

## **1.8 CAVI E CONDUTTORI**

Il progetto prevede l'utilizzo di cavi che rispettano il "Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/11", quindi cavi conformi CPR ed in accordo alla variante V4 della Norma CEI 64-8.

### **1.8.1 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione**

Cavo di Bassa Tensione flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

<u>ANIMA:</u>	Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
<u>ISOLANTE:</u>	Gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (norme CEI 20-11 / CEI 20-34).
<u>GUAINA:</u>	In PVC speciale di qualità R, colore grigio
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale ogni 1 m Marcatura metrica progressiva.
<u>CONDIZIONI DI POSA:</u>	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In canale interrato;

	In tubo interrato;														
	In aria libera;														
	Interrato con protezione.														
<u>TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO</u>	90°C														
<u>TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO</u>	250°C														
<u>COLORI DELLE ANIME</u>	<table> <tr> <td>1x</td><td>Nero</td></tr> <tr> <td>2x</td><td>Blu chiaro / Marrone</td></tr> <tr> <td>3x</td><td>Marrone / Nero / Grigio</td></tr> <tr> <td>3G</td><td>Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone</td></tr> <tr> <td>4x</td><td>Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio</td></tr> <tr> <td>4G</td><td>Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio</td></tr> <tr> <td>5G</td><td>Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro</td></tr> </table> <p>Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde</p>	1x	Nero	2x	Blu chiaro / Marrone	3x	Marrone / Nero / Grigio	3G	Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone	4x	Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio	4G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio	5G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro
1x	Nero														
2x	Blu chiaro / Marrone														
3x	Marrone / Nero / Grigio														
3G	Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone														
4x	Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio														
4G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio														
5G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro														
<u>TENSIONE DI ISOLAMENTO</u>	0,6 / 1 kV														

### 1.8.2 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione in alluminio

Cavo di Bassa Tensione flessibile antifiama, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

<u>ANIMA:</u>	Corda di alluminio rigida, classe 2		
<u>ISOLANTE:</u>	Gomma HEPR ad alto modulo in qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (norme CEI 20-11 / CEI 20-34).		
<u>GUAINA:</u>	In PVC speciale di qualità R16, colore grigio		
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale ogni 1 m Marcatura metrica progressiva.		
<u>CONDIZIONI DI POSA:</u>	<p>Temperatura minima di posa 0°C;</p> <p>In tubo o in canalina in aria;</p> <p>In canale interrato;</p> <p>In tubo interrato;</p> <p>In aria libera;</p> <p>Interrato con protezione.</p>		
<u>TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO</u>	90°C		
<u>TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO</u>	250°C		
<u>COLORI DELLE ANIME</u>	<table> <tr> <td>1x</td><td>Nero</td></tr> </table>	1x	Nero
1x	Nero		

2x	Blu chiaro / Marrone
3x	Marrone / Nero / Grigio
3G	Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone
4x	Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio
4G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio
5G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro

Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde

#### TENSIONE DI ISOLAMENTO

0,6 / 1 kV

### **1.8.3 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici**

Cavo di Bassa Tensione a bassa emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

#### ANIMA:

Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

#### ISOLANTE:

Gomma HEPR ad alto modulo in qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

#### GUAINA:

verde

Termoplastica speciale di qualità M16, colore

#### MARCATURA:

Stampigliatura ad inchiostro speciale  
Marcatura metrica progressiva.

#### CONDIZIONI DI POSA:

Temperatura minima di posa 0°C;

In tubo o in canalina in aria;

In canale interrato;

In tubo interrato;

In aria libera;

Interrato con protezione.

#### TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO

90°C

#### TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO

250°C

#### COLORI DELLE ANIME

1x	Nero
2x	Blu chiaro / Marrone
3x	Marrone / Nero / Grigio
3G	Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone
4x	Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio

4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio  
 5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio /  
 Blu chiaro

Le anime dei cavi per segnalamento saranno  
 nere, numerate e sarà previsto il conduttore di  
 terra Giallo Verde

TENSIONE DI ISOLAMENTO

0,6 / 1 kV

#### **1.8.4 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di Bassa Tensione resistenti al fuoco**

Cavo di Bassa Tensione resistente al fuoco flessibile antifiamma, formazione multipolare, in opera su  
 qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:

Conduttore in corda flessibile di rame rosso

ISOLANTE:

Elastomerico reticolato di qualità G10

GUAINA:

Termoplastica speciale di qualità M1, colore

azzurro

MARCATURA:

Stampigliatura ad inchiostro speciale

CONDIZIONI DI POSA:

Temperatura minima di posa 0°C;

In tubo o in canalina in aria;

In canale interrato;

In tubo interrato;

In aria libera;

Interrato con protezione.

TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO

90°C

TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO

250°C

COLORI DELLE ANIME

1x Nero

2x Blu chiaro / Marrone

3x Marrone / Nero / Grigio

3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone

4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio

4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio

5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio /  
 Blu chiaro

I cavi per segnalamento saranno numerati e  
 senza conduttore di terra

TENSIONE DI ISOLAMENTO

0,6 / 1 kV

### 1.8.5 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali

Cavo schermato per trasmissione segnali con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche (nastro di alluminio / poliestere) ed elettromagnetiche (treccia di rame).

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

<u>ANIMA:</u>	Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto
<u>ISOLANTE:</u>	In PVC speciale di qualità G16
<u>GUAINA:</u>	In PVC di qualità R16, colore grigio
<u>SCHERMATURA</u>	Con nastro di alluminio/poliestere più treccia di rame rosso: Induttanza < 0,9 mH/km Capacità < 140 nF/km Impedenza di trasferimento 10 ohm/m da 100 kHz a 1 MHz; 100 Mohm/m da 1 MHz a 30 MHz
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale
<u>CONDIZIONI DI POSA:</u>	Temperatura minima di posa 5°C; In tubo o in canalina in aria; In aria libera.
<u>TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO</u>	70°C
<u>TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO</u>	160°C
<u>SEZIONE MINIMA DEL SINGOLO CONDUTTORE</u>	1,5 mm <sup>2</sup>
<u>TENSIONE DI ISOLAMENTO</u>	450 / 750 V

### 1.8.6 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici per segnali

Cavo schermato a bassa emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) per trasmissione segnali con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettromagnetiche (treccia di rame).

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

<u>ANIMA:</u>	Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
<u>ISOLANTE:</u>	Gomma HEPR ad alto modulo
<u>GUAINA:</u>	Termoplastica special di qualità M1, colore verde
<u>SCHERMATURA</u>	Costituita da treccia di rame rosso
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale Marcatura metrica progressiva
<u>CONDIZIONI DI POSA:</u>	Temperatura minima di posa 0°C;

In tubo o in canalina in aria;  
In canale interrato;  
In tubo interrato;  
Direttamente interrato;  
Interrato con protezione;  
In aria libera.

TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO

90°C

TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO

250°C

COLORI DELLE ANIME

1x	Nero
2x	Blu chiaro / Marrone
3x	Marrone / Nero / Grigio
3G	Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone
4x	Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio
4G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio
5G	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro

Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere, numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo Verde

TENSIONE DI ISOLAMENTO

0,6 / 1 kV

### **1.8.7 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo per messa a terra**

Cavo flessibile adatto per realizzare le messe a terra nell'impianto.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

<u>ANIMA:</u>	Conduttore in corda flessibile di rame rosso
<u>ISOLANTE:</u>	Elastomero reticolato di qualità G9
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale

CONDIZIONI DI POSA:

Temperatura minima di posa 5°C;  
In tubo o in canalina in aria;  
In quadri elettrici;  
Per cablaggio.

TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO

90°C

TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO

250°C

COLORI DELLE ANIME

1x Giallo Verde

TENSIONE DI ISOLAMENTO

450 / 750 V

## SEZIONI ACCETTATE

6 mm<sup>2</sup> (esclusivamente per installazioni interne e per impianti luce e F.M. e per motori con potenza fino a 0,75 kW)

16 mm<sup>2</sup>

35 mm<sup>2</sup>

50 mm<sup>2</sup>

### **1.8.8 Cavi BUS tipo PROFIBUS**

Cavo schermato a due conduttori intrecciati con sezione circolare.

Per tutti i cavi di bus per PROFIBUS vale quanto segue:

Grazie alla doppia schermatura sono particolarmente adatti all'installazione in ambiente industriale inquinato da disturbi elettromagnetici

È realizzabile un facile concetto di messa a terra tramite lo schermo esterno del cavo di bus ed i morsetti di terra dei bus-terminal

Marcatura della lunghezza in metri

Tipo SIEMENS art. 6XV1 830-0EH10 o equivalente

### **1.8.9 Cavi ETHERNET tipo PROFINET**

Cavo d'installazione TP schermato a 4 fili per il collegamento a IE FC Outlet RJ45 / IE FC RJ45

Plug; conforme a PROFINET; con omologazione UL, tipo SIEMENS art. 6XV1 840-2AH10 o equivalente

## **1.9 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE**

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

La scelta e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto nelle condizioni d'esercizio ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

In generale tutti i conduttori dovranno essere verificati e giustificati tramite apposito SW specifico in grado di verificare anche il valore di energia specifica passante contemporaneamente in tutti i punti della rete elettrica.

### **1.9.1 Condizioni d'esercizio**

#### **1.9.1.1 Tensione**

I circuiti e le condutture dovranno avere una seconda guaina esterna isolante e dovranno essere adatte ad un gradino in più di quella che è la tensione nominale d'esercizio, in questo modo si potrà ritenere il cavo di classe 2, in quanto del tipo a doppio isolamento e con livello di tensione maggiore di un gradino rispetto a quello necessario.

Ne consegue che il cavo potrà essere posato a vista; l'eventuale protezione meccanica, necessaria entro i 2,5 m dal piano di calpestio, dovrà essere eseguita tramite tubi d'acciaio zincato filettabile di tipo scordonato.

### 1.9.1.2 Corrente

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionate tenendo conto della corrente che li percorre nell'esercizio ordinario; dovranno inoltre essere in grado di sopportare le correnti che li possono attraversare in condizioni d'esercizio non ordinario, per periodi determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

### 1.9.1.3 Portate

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la corrente massima (portata) ammissibile per periodi prolungati da qualsiasi conduttore in servizio ordinario, dovrà essere tale che la temperatura massima di funzionamento non superi i seguenti valori:

Tipo di isolamento	Temperatura massima di esercizio (°C)
Cloruro di polivinile (PVC)	Conduttore : 70
Polietilene reticolato (XLPE) ed etilpropilene (EPR)	Conduttore : 90
Minerale (con guaina in PVC oppure nudo e accessibile)	Guaina metallica : 70
Minerale (nudo e non accessibile e non in contatto con materiali combustibili)	Guaina metallica : 105

### 1.9.1.4 Temperatura ambiente

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la temperatura ambiente prevista per il riferimento sia quella del mezzo circostante quando i cavi in esame non sono sotto carico.

### 1.9.1.5 Conduttori in parallelo

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che, in caso di conduttori in parallelo, essi siano sostanzialmente della stessa sezione e della stessa lunghezza.

### 1.9.1.6 Compatibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti elettrici.

### 1.9.1.7 Accessibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

## 1.9.2 Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa

Il dimensionamento dei cavi dovrà essere determinato principalmente da:

- distanza dell'utenza della sorgente d'energia
- regime termico, determinato dalla quantità di calore prodotto nel cavo per effetto Joule e sua possibilità di smaltimento

La distanza dovrà condizionare la tensione disponibile ai morsetti dell'utenza



Il regime termico dovrà condizionare la vita dei materiali isolanti del cavo

La possibilità di smaltimento del calore dovrà essere determinata

- resistività termica del terreno, solo per cavi interrati
  - temperatura del terreno o dell'aria, rispettivamente per cavi interrati e per cavi aerei
  - presenza di altre sorgenti di calore lungo il percorso del cavo in oggetto (normalmente altri cavi posati affiancati), la loro quantità, intensità e distanza; sia per cavi interrati sia per cavi aerei
- profondità di posa, solo per cavi interrati.

Modificare anche solo uno dei parametri che condizionano il regime termico del cavo, potrà determinare un rapido invecchiamento dei materiali isolanti con possibile danneggiamento irreparabile del cavo.

Si richiama pertanto l'attenzione sul fatto che debbono essere rispettate le condizioni previste in progetto, quali ad esempio:

- tipo, granulometria e compattazione del materiale di riempimento dello scavo;
  - quantità e mutua distanza dei cavi facenti parte di uno stesso raggruppamento;
- tipo e dimensioni della protezione contro i danneggiamenti meccanici.

### **1.9.3 Portata dei cavi**

La portata dei cavi sarà prevista nei seguenti modi:

- Per l'alimentazione dei trasformatori, motori, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della corrente nominale degli stessi.

Per l'alimentazione di un sistema di sbarre unico, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della massima richiesta contemporanea e continua di corrente prevista sulle sbarre stesse.

I cavi dovranno sopportare senza danno, le sollecitazioni termiche, tenendo conto della max. potenza di c.to. c.to.

Per il coordinamento tra conduttura e dispositivo di protezione si rimanda ad un successivo capitolo ed alle norme CEI 64 - 8 in vigore.

### **1.9.4 Influenze esterne**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione.

Quando diverse influenze esterne si presentano contemporaneamente si dovrà prestare attenzione ai casi di effetti indipendenti oppure ai casi d'influenze reciproche.

### **1.9.5 Armatura e schermatura**

Quanto richiesto nelle condizioni di posa (sollecitazioni meccaniche longitudinali o trasversali, pericolo d'infortuni per danneggiamento meccanico accidentale ecc.) i cavi avranno un'armatura metallica, realizzata in fili o piattine d'acciaio zincato o materiale equivalente.

L'armatura metallica, purché risponda alle prescrizioni di resistenza elettrica previste dalla CEI per gli schermi, può esercitare tutte le funzioni di una schermatura di rame.

Dove interessi annullare il campo elettrico esterno ad essi e proteggerli contro i contatti accidentali, i cavi saranno schermati con fili, nastri o piattine di rame sul rivestimento comune delle anime, nei cavi multipolari, o sull'isolante nei cavi unipolari.

Il rivestimento metallico sarà sempre collegato a terra ad un solo estremo del cavo, quando il cavo è usato per trasporto d'energia.

### **1.9.6 Identificazione**

I circuiti e le condutture dovranno essere disposti o munite di targhe o di altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

### **1.9.7 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.**

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

## **1.10 CRITERI DI POSA DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE**

### **1.10.1 Criteri di posa**

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

### **1.10.2 Lavori preliminari alla posa**

I cavi dovranno essere manipolati e posati con molta cura.

Il trasporto dal deposito al luogo di posa non dovrà essere fatto rotolando o strisciando la bobina, ma impiegando mezzi adeguati quali carrelli o autocarri appositamente attrezzati. Il rotolamento delle bobine dovrà essere consentito solo per piccoli spostamenti necessari alla sistemazione delle stesse sui cavalletti o sui carrelli.

### **1.10.3 Requisiti di posa**

I cavi dovranno essere posati avendo cura di non sottoporli a sollecitazioni meccaniche e termiche diverse da quelle normali, previste in funzione del tipo di posa usato.

I cavi non dovranno reggere pesi, neppure di organi elettrici ad essi collegati e dovranno essere adeguatamente sostenuti in funzione della loro resistenza meccanica.

I cavi non dovranno essere posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura a meno che essi siano del tipo speciale resistente al calore e non soggetti allo stillicidio o al getto di liquidi caldi o corrosivi.

Qualora non sia possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, dovranno essere adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo non i cavi per evitare di diminuire la portata.

I conduttori unipolari dei circuiti di potenza in corrente alternata dovranno essere disposti e supportati in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, ad esempio impiegando materiale amagnetico.

Eventuali cavi collegati in parallelo per la trasmissione di correnti elevate, dovranno essere sempre come segue:

dello stesso tipo e sezione,

seguiranno percorsi paralleli eventualmente con trasposizioni in modo che la lunghezza sia uguale, avranno organi di giunzione e terminazioni uguali ed installati in modo analogo,

dovranno essere convenientemente ammarati per resistere alle sollecitazioni derivanti dal corto circuito.

I tipi di cavi e la loro installazione dovranno essere in conformità con le norme assunte e con i documenti di progetto.

Nei luoghi con pericolo di esplosione o d'incendio per la presenza di sostanze pericolose se miscelate con aria, dovrà essere considerato "luogo pericoloso" anche il terreno fino ad una profondità di 0,50 m, pertanto:

i cavi direttamente interrati dovranno essere posati ad una profondità superiore a 50 cm;

i cunicoli, i pozzetti, ecc., dovranno essere riempiti di sabbia per evitare accumuli di sostanze pericolose;

i cavi in vista, quando ammessi dalle norme assunte, dovranno essere protetti dai danneggiamenti meccanici fino a 2,50 m sui piani di lavoro;

i tubi e i loro accessori dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte nelle condizioni di utilizzo.

#### **1.10.4 Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa**

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi, quando applicati ai conduttori di rame o di alluminio non supereranno i valori prescritti dai costruttori ed in mancanza di questi non supereranno una sollecitazione  $6 \text{ kg/mm}^2$  di sezione totale.

A tale scopo si dovranno impiegare calze metalliche, anelli o ganci di tiro adeguatamente fissate alle estremità dei conduttori evitando fra l'altro che l'umidità possa penetrare nel cavo.

Se il cavo è provvisto di un'armatura a fili o piattine di acciaio, la forza di tiro dovrà essere applicata all'armatura e non dovrà essere superiore ai valori prescritti dai costruttori; in mancanza di questo dato non si supererà una sollecitazione di  $10 \text{ kg/mm}^2$  di sezione dell'armatura.

Durante la posa dovrà essere evitato che il cavo giri sul proprio asse.

È preferito il tiro con l'impiego della sola manodopera, però è consentito il tiro con paranco a mano oppure a motore, purché munito di un dispositivo che impedisca di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso per il cavo. Nei tratti di percorso molto lungo, per evitare di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso, sarà consentito impiegare rulli motorizzati intercalati a quelli folli; in questo caso però il loro azionamento dovrà essere controllato da paranco provvisto di controllo dello sforzo di tiro massimo.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente, ad esempio in un tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di caratteristiche più limitate.

### 1.10.5 Temperatura di posa

Durante l'operazione di posa, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui potranno essere manipolati, la temperatura dei cavi dovrà essere non inferiore a:

- + 3°C per i cavi isolati con carta impregnata;
- 0° C per i cavi comunque isolati, ad eccezione dei cavi isolati con carta impregnata muniti di guaina esterna in PVC ;
- 15° C per i cavi isolati in gomma e con guaina esterna di gomma o poli cloroprene.

### 1.10.6 Raggio di curvatura

Durante le operazioni di posa dovranno essere evitate le piegature che non siano assolutamente necessarie. I raggi di curvatura (R) nei cambiamenti di direzione dei percorsi e nelle operazioni di posa non dovranno essere inferiori ai valori seguenti salvo accordi speciali con la Direzione Lavori e/o con il Costruttore:

R 8 (D+d):

- cavi unipolari non schermati;
- cavi multipolari non armati e non provvisti di guaina metallica (Piombo oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri, provvisti di guaina metallica (Piombo oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri, non provvisti di guaina met.ca (Piombo oppure Al);

R10 (D+d):

- cavi unipolari armati;
- cavi armati con fili o piattine;
- cavi con guaina di piombo;
- cavi con guaina in alluminio ondulata;
- cavi con conduttori concentrici;

R 20 D:

- conduttori in terra, nudi e isolati;

R 5 D:

- cavi con isolamento minerale;

Durante le operazioni di posa del cavo si dovranno evitare pieghe sotto il valore di  $R = 20 D$ .

Nelle formule in precedenza elencate, "D" indica il diametro esterno del cavo e "d" indica il diametro di un conduttore (il maggiore se i conduttori sono disuguali); quando non si può misurarlo, dovrà essere calcolato con:

$d = 1,3 S$  (in mm), dove  $S$  (in mm<sup>2</sup>) è la sezione del conduttore.

### 1.10.7 Supporto dei cavi

Nella posa verticale o in ogni caso inclinata oltre 30° sul piano orizzontale, i cavi dovranno essere supportati in alto e ad intervalli non superiori ai seguenti, al fine di evitare eccessivi sforzi di trazione dovuti alla propria massa:

Sezione dei conduttori mm <sup>2</sup>	Intervalli di supporto	
	Conduttori in Cu	Conduttori in Al
fino a 10	30 cm	30 cm
da 16 a 50	30 cm	60 cm
da 70 a 150	20 cm	40 cm
da 185 a 300	12 cm	28 cm
oltre 300	10 cm	25 cm

## 1.11 GIUNZIONI E TERMINAZIONI

In generale non saranno ammesse giunzioni sui cavi; qualora occorressero particolari necessità impiantistiche che richiedessero giunzioni nei cavi, queste si potranno eseguire previa autorizzazione della Committente e rispettando le prescrizioni di seguito elencate.

### 1.11.1 Requisiti generali

Le giunzioni e le terminazioni dovranno essere eseguite secondo le istruzioni dei costruttori; dovranno essere in ogni caso rispettate le indicazioni seguenti:

Dovranno essere eseguite in modo da ripristinare il grado d'isolamento del cavo al suo valore nominale.

Per l'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi schermati con un nastro o una treccia sull'isolante (gomma butilica, PVC, ecc.) dovrà essere asportato lo strato semi conduttore, eventualmente presente, per tutta la lunghezza di anima della quale si sarà asportato lo schermo metallico. L'asportazione dovrà essere accurata in modo da non lasciare la minima traccia.

I materiali impiegati dovranno essere equivalenti e compatibili, agli effetti delle sollecitazioni dell'ambiente d'installazione, a quelle dei cavi cui sono associate.

### 1.11.2 Terminazioni

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi dovranno essere tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi.

Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.

Tutti i rivestimenti metallici (schermi, armature, ecc.) dovranno essere connessi in parallelo tra loro e messi a terra alle estremità di ogni linea di cavo, salvo per i cavi unipolari per i quali la messa a terra dovrà essere fatta ad un'estremità sola. In questo caso, all'estremità dove gli schermi non saranno messi a terra, occorrerà avere isolate le muffole con supporti isolanti e prendere precauzioni per evitare il contatto accidentale con dette muffole e con gli schermi a causa delle tensioni che si potranno venire a creare durante i guasti.

I corpi metallici (contenitori) delle terminazioni dovranno essere messi a terra assieme ai rivestimenti metallici dei cavi.

Se più terminazioni si trovano vicine, esse dovranno essere collegate tra loro e la messa a terra dovrà essere comune.

Le terminazioni di cavi entranti in scatole di derivazione o di terminazione dovranno essere eseguite impiegando "pressa cavi" o "coni terminali" aventi i collari di serraggio di qualità tale da garantire una buona compressione sul cavo ed una buona tenuta all'acqua.

### **1.11.3 Terminazione e giunzione dei singoli conduttori**

Le terminazioni e le giunzioni dei singoli conduttori dovranno essere sicuri contro l'allentamento, proporzionate alla corrente nominale e alle sollecitazioni sia termiche sia dinamiche dovute al corto circuito e dovranno essere resistenti alla corrosione.

I criteri esecutivi dovranno essere secondo le istruzioni del costruttore dei cavi; in mancanza di dette istruzioni le terminazioni dovranno essere eseguite come segue:

Conduttori flessibili fino a 6 mm<sup>2</sup>, usando un canotto a compressione.

Usando un capocorda a compressione, se l'allacciamento è eseguito con vite; con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

Conduttori rigidi fino a 10 mm<sup>2</sup>.

Senza l'impiego di alcun accessorio, se l'allacciamento deve essere eseguito su morsetti componibili o con semplice vite. Con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

Conduttori flessibili oltre 6 mm<sup>2</sup> o rigidi oltre 10 mm<sup>2</sup>.

Mediante capicorda a compressione in ogni caso, ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature o terminali muniti di morsetti adatti al serraggio di conduttori cordati.

Mediante connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in cassette dove manchino le morsettiere.

Conduttori di terra a filo o cordati.

Mediante capicorda a compressione o mediante saldatura, in ogni caso ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature munite di morsetti adatti al serraggio di conduttori di questo tipo.

Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.

Conduttori di terra a piattina.

Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrate dovranno essere anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

## **1.12 IDENTIFICAZIONE DEI CAVI**

### **1.12.1 Identificazione dei cavi posati aerei**

I cavi aerei quando posati singolarmente, come ad esempio su fune, in vista su parete ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette dovranno essere applicate ai cavi almeno all'inizio e alla fine del percorso.

I cavi aerei, quando posati in raggruppamenti, come ad esempio su passerella, su fune, in vista su parete, ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 20 m, in corrispondenza di ogni giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali e all'inizio e alla fine del percorso.

### **1.12.2 Identificazione dei cavi posati in tubi**

I cavi quando posati in tubi interrati e quando posati in tubi singolarmente installati aerei o su parete, dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette d'identificazione dei cavi dovranno essere applicate ai tubi o alle condotte all'inizio e alla fine del percorso o negli eventuali pozzetti rompi tratta; le fascette dovranno essere applicate anche, quando possibile, ai cavi entranti e uscenti dai tubi e dalle condotte.

I cavi, quando posati in condotte e in tubi aerei che si trovano raggruppati in fasci o rastrelliere in modo tale da essere difficile l'individuazione di ogni singolo tubo o condotta, dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate alle condotte e ai tubi ad intervalli non superiori a 20 m, nei punti d'entrata da eventuali scatole di giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali nonché all'inizio e alla fine del percorso; le fascette dovranno essere applicate, quando possibile, anche ai cavi entranti ed uscenti dai tubi e dalle condotte.

## **1.13 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI “AEREI” IN PASSERELLE, CANALETTE O CUNICOLI NON RIEMPITI**

Sono considerate pose aeree le seguenti modalità di posa:

- in passerella, canalette o cunicoli non riempiti;
- in vista su opere murarie o metalliche;
- su fune d'acciaio

### **1.13.1 Requisiti di posa**

I cavi dovranno essere posati dritti e non sottoposti a sforzi di torsione in modo che siano appoggiati omogeneamente sui supporti; l'interdistanza dei cavi dovrà essere come previsto nei documenti di progetto.

I cavi dovranno essere sostenuti da passerelle a scaletta cui saranno fissati con fascette; i cavi all'interno dovranno essere disposti paralleli su di un unico strato con i cavi di comando alternati a quelli di potenza.

Su doppio strato è ammesso solo se concordato con la Direzione Lavori.

I morsetti a cavallotto, le graffette o le fascette impiegate per il fissaggio definitivo, dovranno essere dimensionate in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del cavo.

Inoltre, esse dovranno essere installate in posizione tale da evitare eccessivi sforzi di trazione sui morsetti terminali dei singoli conduttori durante tali sollecitazioni.

I cavi, quando posati orizzontali su passerelle, cunicoli non riempiti e canalette, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

- ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- ad intervalli non superiori a 10 m;
- all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.
- I cavi, quando posati su passerelle, cunicoli non riempiti o canalette, verticali o in ogni modo inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:
- all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato;
- ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- ad intervalli non superiori a 1,0 m.

### **1.13.2 Attraversamenti**

In corrispondenza di attraversamenti aerei di strade e passaggi, le passerelle e le canalette dovranno essere fissate a strutture, e poste al di sopra del limite inferiore di queste ultime.

In ogni caso l'altezza da terra dovrà essere tale da non ostacolare il traffico previsto; in centro all'attraversamento dovranno essere applicati cartelli monitori indicanti la presenza di cavi elettrici e indicanti l'altezza massima ammessa per i mezzi di transito.

In corrispondenza di attraversamenti sotterranei di strade e passaggi, le coperture delle canalette o dei cunicoli non riempiti dovranno essere dimensionati per il carico massimo trasmesso alle coperture del traffico.

### **1.13.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie**

Questa tipologia di posa non è ammessa.

### **1.13.4 Posa cavi su fune d'acciaio**

I cavi dovranno essere fissati con fascette o con ganci e fibbie; il fissaggio dovrà essere tale da impedire scorrimenti del cavo.

Si dovranno usare fascette su tratti accessibili e ganci e fibbie nell'attraversamento di tratti non accessibili.

Nel caso in cui la fune debba incrociare una tubazione, la fune non dovrà essere messa a contatto con questa ma passerà al di sotto o al di sopra secondo lo spazio disponibile.

I tratti di raccordo tra due funi a differente livello dovranno essere eseguiti verticalmente con fissaggio del cavo a parete; la distanza minima tra l'ultima fascetta reggi cavo su fune e la prima graffetta a muro dovrà essere di 50 cm, in modo da assicurare una sufficiente ricchezza di cavi tale da garantire l'integrità delle guaine in caso di scorrimenti.



## **1.14 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI IN TUBI**

### **1.14.1 Requisiti di posa dei cavi**

Prima di procedere all'infilaggio dei cavi e dei fili, i tubi dovranno essere controllati per accertare che siano lisci, e non vi siano al loro interno corpi estranei, acqua e sbavature.

Per facilitare l'infilaggio dei cavi e dei fili nei tubi potranno essere impiegati del talco o degli appositi prodotti; la vaselina neutra non potrà essere impiegata.

L'infilaggio avverrà con la presenza di operatori in corrispondenza dell'ingresso, dei pozzetti e dell'uscita, questo per assicurare il buon procedimento dell'operazione. La posizione dei cavi nei pozzetti dovrà essere tale da intralciare il meno possibile i successivi ampliamenti.

I tubi per contenimento e protezione di cavi e fili potranno essere:

- metallici
- in cloruro di polivinile (PVC)
- cemento e posati
- in vista
- in cunicolo
- interrati, annegati in massello di calcestruzzo
- sottotraccia

## **1.15 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI DIRETTAMENTE INTERRATI O POSATI IN CUNICOLI RIEMPITI**

Questa tipologia di posa non è ammessa.

## **1.16 PROFONDITÀ DI POSA DI CAVI D'ENERGIA**

La profondità di posa di cavi di energia, di comando, di segnalazione e di controllo non dovrà essere in nessun caso inferiore ai valori sotto indicati, a meno che non sia diversamente previsto nei documenti di progetto e siano stati presi opportuni provvedimenti.

- nei luoghi con pericolo di esplosione e d'incendio 60 cm
- nelle aree non pavimentate 60 cm
- nelle aree pavimentate dei luoghi non pericolosi 60 cm
- negli attraversamenti di strade, piazzali e ferrovie 80 cm
- per i cavi a M.T. 100 cm

## **1.17 PROFONDITÀ DI POSA DEI CONDUTTORI DI TERRA**

La profondità di posa dei conduttori di terra non dovrà essere in nessun caso inferiore a 50 cm a meno che non sia diversamente indicato e siano stati previsti opportuni provvedimenti protettivi.

## **1.18 CONDIZIONI PARTICOLARI DI POSA**

Nel caso di particolari condizioni di posa, i cavi dovranno essere posati come di seguito indicato:

### **1.18.1 Attraversamenti stradali**

Negli attraversamenti di strade principali, piazzali e di ferrovie, i cavi dovranno essere protetti con tubi in Pead pesante o in acciaio, immersi in calcestruzzo "rosso" come indicato in precedenza. Il massello così costituito dovrà avere una resistenza minima corrispondente al carico massimo trasmesso dal traffico previsto per la zona.

I cavi di potenza dovranno essere infilati uno per tubo e questo ultimo avrà un diametro interno non superiore a 1,5 volte il diametro esterno del cavo.

### **1.18.2 Zone non pedonali**

Nelle zone non pedonali si dovrà preferire sempre posare i cavi in tubi.

### **1.18.3 Aree pavimentate**

Nelle aree pavimentata e nell'attraversamento dei muri, i cavi dovranno essere protetti con tubi in acciaio in massello di calcestruzzo, oppure dovranno essere posati in cunicoli riempiti e muniti di lastre di copertura di colore "rosso" come indicato in precedenza, adatte a sopportare il massimo carico per il qual è prevista la pavimentazione.

Dovranno essere evitati gli attraversamenti di fondazione e altre strutture portanti se non specificatamente previsto nel progetto.

Dove i cunicoli saranno eseguiti in pavimentazione soggette a traffico pesante o saranno più lunghi di 1 m, si potranno eseguire muretti intermedi ed eventualmente impiegare delle lastre rinforzate.

La posa dei cunicoli dovrà essere tale da impedire infiltrazioni continue di fluidi di processo o l'acqua. Le parti terminali dei cunicoli e dei masselli dovranno essere sigillate con compound plastico o altro attorno ai cavi e dovranno essere formate in modo da impedire che i cavi stessi vengano a contatto con gli spigoli vivi sia durante la posa sia dopo a causa di eventuali assestamenti.

## **1.19 DERIVAZIONI DAI PERCORSI PRINCIPALI E USCITE FUORI TERRA**

I cavi che si deriveranno da un percorso principale dovranno essere sempre protetti nel tratto interrato, con tubi; dove i cavi usciranno fuori terra, dovranno essere protetti con tubi finì ad almeno 0,30 m sul pavimento.

Per i conduttori di terra i tubi di protezione dovranno essere sempre in PVC pesante.

Tutti i tubi e i conduttori che usciranno dal terreno dovranno essere sigillati attorno ai cavi con compound plastico o altro.

I conduttori di terra non dovranno mai uscire fuori terra attraversando l'armatura di strutture in cemento armato.

## **1.20 INCROCI FRA CAVI ELETTRICI**

Quando uno o più cavi direttamente interrati si dovranno incrociare, tra i due dovrà essere posta una protezione contro i danneggiamenti meccanici per un tratto di 0,50 m oltre la zona di interferenza.

La distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 0,20 m.

### **1.20.1 Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione**

Negli incroci, i cavi di energia dovranno essere di regola situati inferiormente; la distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 30 cm.

I cavi posati superiormente dovranno essere infilati in tubi di acciaio o in tubi in PVC in massello di calcestruzzo per un tratto di almeno 1 m e comunque per un tratto di 50 cm oltre la zona di interferenza.

Nei parallelismi, i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione dovranno essere tenuti ad una distanza minima di 30 cm.

Sarà ammesso di ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e cavi di telecomunicazione a 15 cm quando i cavi posati alla minore profondità siano infilati in tubi; sarà ammesso ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione a meno di 15 cm quando sia i cavi di energia sia di telecomunicazione siano infilati in tubi.

### **1.20.2 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate**

Gli incroci tra cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, non dovrà avvenire in corrispondenza di giunti non saldati dalle tubazioni stesse. La minima distanza fra le generatrici dei cavi di energia e quelle delle tubazioni metalliche non dovrà essere inferiore a 30 cm.

Inoltre, tra cavi e tubazioni dovrà essere interposta una protezione dai danneggiamenti metallici.

Nei parallelismi, i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, dovranno essere tenute ad una distanza minima di: - 50 cm in caso di tubazioni contenenti fluidi infiammabili e - 30 cm in caso di tubazioni contenenti altri fluidi.

## **1.21 ELENCHI DEI CAVI**

I singoli cavi necessari sono sommariamente indicati nella documentazione in progetto.

I cavi nei singoli edifici o impianti e quelli tra le stazioni vanno numerati in modo tale che dal numero risulti il tipo di cavo ed il luogo di posa.

La definizione delle sigle è la seguente:

- La lettera "WMT" (Power) sta per cavo d'energia di media tensione;
- La lettera "WP" (Power) sta per cavo d'energia di bassa tensione;
- La lettera "WC" (Control) sta per cavo di comando;
- La lettera "WL" (Control) sta per cavo di segnalazione;
- La lettera "WI" (Instrument) sta per cavo di misura.

## 2 SISTEMI DI SUPPORTO DEI CAVI

---

### 2.1 TUBI

#### 2.1.1 Generalità

Essi devono essere conformi alle norme CEI 23-25 e 23-26; sui disegni di progetto sono riportati, in corrispondenza ai tracciati dei percorsi principali indicati per le varie linee, il tipo e le dimensioni delle canalizzazioni protettive previste.

Ad integrazione e completamento di quanto la rappresentazione grafica consente di indicare si precisa quanto segue:

La posa sarà eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Saranno evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile. Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non è abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno canalette e tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali mensole o staffe di sostegno per le canalette, morsetti di fissaggio per i tubi, saranno in materiale plastico o in acciaio inossidabile.

All'interno di detti locali le varie parti costituenti le canalette (tratti rettilinei, curve ecc.) saranno collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette avverrà tramite adatto pressa tubo senza abbassare il grado di prestazione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali di impianto TV ed altri impianti speciali.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a quello riportato sui disegni di progetto; analogamente alle dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato; analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

#### 2.1.2 Parallelismi e giunzioni

Più tubi affiancati dovranno essere fra loro paralleli. Gli interassi normali dovranno essere come sotto indicato:

interassi tra tubi d'acciaio zincato filettabile.

Grandezza del tubo	¾" - 1"	1½" - 2"	3"	4"	5" - 6"
¾"	100 mm	110 mm	125 mm	150 mm	200 mm
1"	100 mm	110 mm	140 mm	180 mm	220 mm
1½" - 2"		140 mm	165 mm	200 mm	240 mm
3"			185 mm	220 mm	260 mm
4"				230 mm	280 mm
5" - 6"					300 mm

I tubi di materiale plastico filettabile o d'acciaio zincato non filettabile, se incassati, potranno essere posati affiancati fino a contatto; mentre se a vista dovranno essere posati a distanza tale da consentire il singolo staffaggio di ogni tubo.

I giunti con manicotto o raccordi a tre pezzi su tubi paralleli dovranno essere sfalsati in modo da avere lo spazio necessario per un facile montaggio o smontaggio.

Nel caso in cui i tubi per esigenze di posa debbano essere allineati, si dovrà avere cura di usare interassi tali da consentire in ogni caso lo smontaggio del giunto.

Le giunzioni di barre di tubo d'acciaio zincato filettabile dovranno essere normalmente eseguite con manicotti UNI 339; con il manicotto avvitato a fondo non dovranno esserci sulle due canne filetti scoperti.

Non saranno ammessi giunti scorrevoli, in altre parole ottenuti avvitando tutto il manicotto sul tubo e svitandolo in seguito per avvitare per metà sulla testa della canna di proseguimento linea.

Le giunzioni fra canne e spezzoni di tubo in PVC pesante si dovranno eseguire a tenuta di liquidi impiegando gli appositi manicotti o raccordi.

Per il tubo in PVC leggero potranno essere consentite giunzioni a bicchiere.

### 2.1.3 Terminazioni dei tubi

I tubi che terminino liberi, dovranno avere una boccola terminale o dovranno essere scampanati per evitare che il cavo possa essere maneggiato dagli spigoli vivi e dalle sbavature.

### 2.1.4 Protezione delle filettature

Le filettature relative ad accoppiamenti tra componenti ferrosi (acciaio, ghisa) dovranno essere protetti con lubrificanti neutri.

Le filettature per accoppiamenti tra parti di alluminio e tra alluminio e componenti ferrosi, dovranno essere protetti con lubrificanti a base di zinco o grafite.

### 2.1.5 Curve e raggi di curvatura

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non saranno eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Nei tubi d'acciaio zincato, le curve dovranno essere realizzate in modo da non alterarne il diametro interno da non provocare incrinature.

I raggi di curvatura non dovranno essere inferiori ai seguenti:

Grandezza del tubo	Per cavi senza guaina di Piombo		Per cavi con guaina di Piombo	
	mm	inch.	mm	inch
3/4"	100	4"	150	6"
1"	125	5"	200	8"
1 1/2"	150	6"	275	11"
2"	250	10"	400	16"
3"	300	12"	525	21"
4"	600	24"	1000	40"
5"	750	30"	1275	50"
6"	900	36"	1550	61"

Le curve dovranno essere realizzate per piegatura diretta con macchina apposita.

Solo in casi particolari dove lo spazio a disposizione sia esiguo, i raggi di curvatura potranno essere ridotti del 20 % o dovranno essere usate curve stampate.

Fino a quattro tubi paralleli si dovranno eseguire curve concentriche, oltre ai quattro tubi si dovranno eseguire curve con lo stesso raggio;

Per i tubi d'acciaio di spessore 1 mm di norma si dovranno usare le curve stampate;

Per i tubi in materiale plastico filettabile tipo pesante le curve dovranno essere eseguite con raggio minimo uguale a quello dei tubi d'acciaio zincati di pari sezione;

Per i tubi in materiale plastico di tipo leggero è preferito l'uso di curve apposite.

Normalmente non si potranno eseguire sui tubi d'acciaio zincato curve per un totale maggiore di 270° per percorsi ininterrotti fino a 60 m; 120° per percorsi ininterrotti fino a 75 m.

Per percorsi più lunghi o con curve maggiori si dovranno usare, secondo il tipo d'installazione, gli opportuni accorgimenti qui di seguito elencati:

Quando nella lunghezza del tubo esistano curve in numero maggiore di quanto indicato, si dovrà ricorrere ai seguenti sistemi per consentire l'infilaggio del cavo.

### 2.1.6 Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi

I tubi porta cavi se orizzontali andranno posati a bolla e se verticali a piombo.

Per percorsi diversi si dovrà avere l'avvertenza di posare i tubi parallelamente a strutture e a carpenterie.

### 2.1.7 Supporto di tubi

I tubi dovranno essere appoggiati, anche saltuariamente, ad un appoggio naturale o artificiale.

Sull'appoggio dovrà essere saldato, murato, imbullonato l'eventuale supporto atto a sostenere il tubo.

Il fissaggio vero e proprio del tubo dovrà essere la graffetta e relativo bullone, il collare ad U, il morsetto speciale per profilato, il collare di piatto di ferro e relativi bulloni.

Il fissaggio potrà, secondo i casi, essere ancorato al supporto o all'appoggio vero e proprio.

Per i tubi d'acciaio zincato il fissaggio dovrà essere previsto in un punto di supporto; il successivo fissaggio dovrà essere ad una distanza non superiore a 3 m circa.

### **2.1.8 Tubi su più strati**

Nella posa in vista del tubo d'acciaio zincato filettabile sarà consentita la posa su due piani paralleli. Lo strato superiore dovrà essere ad una distanza minima di 120 mm dal massimo ingombro dello strato inferiore, in ogni caso sufficiente per consentire il montaggio di raccordi e manicotti.

Eventuali scatole avranno i coperchi accessibili e sistemati in posizione tale da consentire il facile infilaggio dei cavi.

### **2.1.9 Raccordi a tre pezzi**

Sui tubi d'acciaio zincato filettabile, ogni 30 m circa in tratte rettilinee ininterrotte, dovrà essere interposto un raccordo del tipo compensatore di dilatazione o 30 cm di tubo flessibile.

I raccordi a tre pezzi di tipo normale dovranno essere inseriti in ogni punto ritenuto necessario per il montaggio e successivo smontaggio dell'impianto.

### **2.1.10 Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili**

Normalmente i tubi-guaina flessibili dovranno essere impiegati in impianti in tubo per il collegamento delle apparecchiature soggette a vibrazioni, o in ogni caso installate su strutture meccaniche.

### **2.1.11 Tubo rigido di PVC per impianti elettrici**

Esso sarà della serie pesante con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI 23-8 e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel contro soffitto o sotto il pavimento sopraelevato).

Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti ecc., (ad. es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1,5 m).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

Sarà anche possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo sul posto di posa.

Nel caso sia adottato il secondo metodo le giunzioni saranno eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1 o 2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo.

Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure

saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di contro soffitti, sottopavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti):

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli di plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti saranno in acciaio nichelato o cadmiato o in ottone.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore a quelli contemplati dalle citate norme CEI 23-8, potranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove previste dalle citate norme (resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e d'isolamento) oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10.

Per la posa interrata saranno impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75- PN16.

### **2.1.12 Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato)**

Esso sarà conforme alle norme CEI 23-14 e alle tabelle CEI-UNEL 37121/7° (serie pesante) in materiale auto estinguente, provvisto di marchio italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sotto traccia a parete o a soffitto, curando che in tutti i punti sia ricoperto da almeno 20 mm d'intonaco, oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich. Non potrà essere impiegato nella posa in vista, o a pavimento, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra tre e sei volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme CEI 23-25.

### **2.1.13 Tubo flessibile con spirale rigida di PVC (guaina)**

Esso sarà in materiale auto estinguente e costituito da un tubo di plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC. La spirale avrà caratteristiche (passo dell'elica, rigidezza ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura (raggio minimo = 2 x diametro interno) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura d'impianto si estenderà da -15 °C a +70 °C.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc. saranno impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non saranno bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio.



Sarà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N secondo quanto prescritto nelle norme CEI 23-14.

### **2.1.14 Tubo flessibile con spirale di acciaio zincato (guaina)**

Esso sarà costituito da un tubo flessibile a spirale d'acciaio zincato a doppia aggraffatura, con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC auto estinguente, con campo di temperatura di impiego da -15 °C a +80 °C.

La guaina esterna presenterà internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per i collegamenti a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc., saranno impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

## **2.2 CASSETTE DI DERIVAZIONE PER IMPIANTI ELETTRICI**

Le cassette di derivazione per impianti elettrici, da utilizzare solo nei casi consentiti dalla Direzione Lavori

Le superfici metalliche delle cassette di giunzione dovranno essere adeguatamente protette contro la corrosione tramite un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

Esse potranno essere delle seguenti tipologie:

### **2.2.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete**

Cassetta di giunzione del tipo a parete, per il contenimento di un massimo di 24 morsetti di dimensioni circa 380 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con verniciatura a polveri in tinta RAL 7030, completa di:

- Guida di fissaggio TS35
- Morsetti nella quantità e nella sezione necessaria
- Pressa cavi per cavo nella quantità e nella sezione necessaria, passo PG
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### 2.2.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete

Cassetta di derivazione del tipo a parete, come la precedente, di dimensioni circa 600 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55, completa come indicato nella voce precedente.

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### 2.2.3 Cassette di derivazione stagne da esterno di materiale plastico rinforzato con fibre di vetro

Esse saranno in materiale plastico isolante auto estinguente rinforzato con fibra di vetro.

Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con un sistema a  $\frac{1}{4}$  di giro o equivalente.

Le viti saranno rese imperdibili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o in ogni modo con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zinco cromatura, ecc.) Non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

### 2.2.4 Pressa cavi

Tutti i cavi che escono da scatole di giunzione, quadri elettrici in campo (non in sala quadri), tubi di supporto verso alimentazione o collegamento ausiliario di singola apparecchiatura dovranno essere dotati di pressa cavo.

I pressa cavi dovranno essere del tipo in ottone nichelato avente grado di protezione minimo IP 68 provato a 5 bar con GWDR nel campo di serraggio e saranno dotati di guarnizione multipla in neoprene.

Il campo di temperatura dovrà essere compreso tra -40 °C e +70 °C.

I pressa cavi accettati dalla Direzione Lavori avranno le seguenti dimensioni:

TAGLIA	SEZIONE
PG 7	3,0 - 6,5 mm
PG 9	4,0 - 10,0 mm
PG 11	5,0 - 10,0 mm
PG 13,5	6,0 - 12,0 mm
PG 16	10,0 - 14,0 mm
PG 21	13,0 - 18,0 mm
PG 29	18,0 - 25,0 mm
PG 36	22,0 - 32,0 mm
PG 42	30,0 - 38,0 mm
PG 48	34,0 - 44,0 mm

### **2.2.5 Montaggio delle cassette di derivazione**

Esse saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che siano allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali.

Saranno fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile si cercherà di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni entreranno dai fianchi delle cassette.

L'ingresso avverrà attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non sarà pertanto superiore a quello dei fori stessi.

Nelle cassette, ove è previsto, il taglio dei passa tubi di plastica morbida avverrà in modo che ne sia un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passa tubi saranno asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore.

Le tubazioni sporgeranno all'interno della cassetta per circa 0,5 cm, le parti più sporgenti saranno tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

Setti di separazione fissi saranno previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura sarà fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta. Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre.

La siglatura sarà fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta. Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.

Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi riporteranno le sigle di tutti gli impianti, le sigle saranno le seguenti:

<i>Impianti</i>	<i>Sigla</i>
- circuiti di potenza a tensione nominale 230 VAC	
o illuminazione (normale, privilegiata, di sicurezza, notturna ecc., 220 V c.a.)	LU
o circuiti prese (a 220 V c.a.)	PR
- circuiti di potenza a tensione nominale di 12 V c.a. oppure 24 V c.c.	
o telefonico	TF
o trasmissione dati	TD
o fibra ottica	FO
o interfonico	INT
o citofonico	CIT
o video citofonico	CTV
o diffusione sonora	DS
o amplificazione sonora	AS
o ricerca persone voci radio	RP
o antenna TV	TV
o rivelazione fumo e incendio	FU
o pesatura elettronica	WE

## 2.3 CANALETTE

### 2.3.1 Canaletta in filo d'acciaio inox AISI 304

Sistema porta cavi a rete metallica costruita in conformità alla Norma IEC 61537 e ottenuta da fili di lamiera di acciaio inox AISI 304.

I fianchi avranno un'altezza di almeno 110 mm e il diametro dei fili non sarà inferiore a 4,4 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto o a strutture metalliche, sia con tasselli direttamente a parete in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non sarà superiore a 2 m e in ogni modo tale che la freccia d'inflessione non sia superiore a 5 mm.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta sarà di almeno 20 cm.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante giunti di tipo telescopico o da incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., saranno impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc. In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi saranno protetti con piastre terminali copri filo.

Per il collegamento delle varie parti saranno impiegati non meno di quattro bulloni di acciaio inox AISI 304 di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

Nel caso fosse necessario il coperchio, questo sarà indicato di volta in volta nel computo metrico estimativo o nella specifica dei materiali e sarà asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

### 2.3.2 Materiale di supporto

Tutte le passerelle, le canalette, le mensole, le staffe ed ogni accessorio dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte e resistente alla corrosione o adeguatamente trattato contro la corrosione dovuta all'ambiente d'installazione.

Le modalità di esecuzione delle passerelle, canalette, mensole, staffe, ecc., dovranno essere indicate nella documentazione di progetto.

Le passerelle relative ai percorsi principali dei cavi; esse dovranno essere dimensionate almeno per:

- 50 kg/ m<sup>2</sup> di carico uniformemente distribuito;
- 80 kg di carico concentrato oltre al carico uniformemente distribuito, senza che la freccia superi 1/300 del passo di supporto.

I punti di sostegno delle passerelle o canalette sia quelli dei singoli cavi dovranno essere in quantità ed esecuzione adeguate al carico e alle sollecitazioni previste.

I sostegni dovranno essere fissati alle strutture metalliche o ai muri ma non alle scale di servizio per il personale; quando essi dovranno essere annegati in calcestruzzo, muratura o terreno, i materiali di sostegno dovranno essere adeguatamente protetti onde evitare corrosioni.

Le passerelle e le canalette e i cunicoli dovranno essere realizzati in modo che nei cambiamenti di direzione i cavi siano sostenuti e assumano raggi di curvatura non inferiore a quelli previsti.

Le passerelle e le canalette aperte e sovrapposte salvo diversamente indicato nei documenti di progetto, dovranno essere tenute ad una distanza tra loro dipendente dalla larghezza delle stesse e in ogni caso non inferiore ai valori seguenti:

Larghezza passerella canaletta	Distanza tra loro passerelle	
	da entrambi i lati	da un lato solo
1,00 m	0,60 m	0,80 m
da 0,61 a 1,00 m	0,40 m	0,60 m
da 0,46 a 0,60 m	0,30 m	0,40 m
da 0,31 a 0,45 m	0,25 m	0,30 m
fino a 0,30 m	0,25 m	0,25 m

## 3 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

---

### 3.1 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DEI CONDUTTORI

Il problema della protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti delle condutture è essenzialmente un problema tecnico, in quanto si devono limitare le correnti in modo tale che il conduttore non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante.

Si distinguono tre casi ai quali corrispondono altrettante temperature massime ammissibili:

- il regime permanente che può dare luogo a temperature che la conduttura deve sopportare per tempi indefiniti.
- il regime di sovraccarico che può dare luogo a temperature che nel giro di qualche ora porterebbero al rapido deterioramento del cavo se non fossero interrotte tempestivamente.
- il corto circuito dovrà essere invece interrotto in tempi brevissimi, dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante il quale si possono ammettere temperature maggiori.

I tempi di interruzioni delle sovracorrenti dovranno essere tali da ammettere una vita in esercizio ordinario della conduttura di 20 anni ed una perdita di vita pari a 1/1000 per ogni singolo sovraccarico o corto circuito.

### 3.2 CASI NEI QUALI PUÒ ESSERE OMESSA LA PROTEZIONE DAL SOVRACCARICO

La norma indica i seguenti casi di possibile omissione della protezione del sovraccarico:

- condutture che sono derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate.
- condutture che alimentano utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, quali resistenze.
- condutture che alimentano apparecchi con proprio dispositivo di protezione che garantiscono anche la protezione della conduttura di alimentazione.
- condutture che alimentano motori quando la corrente assorbita dalla linea con rotore bloccato non supera la portata  $I_z$ .
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.
- condutture dei circuiti di telecomunicazione, segnalazione e simili.

### 3.3 CASI NEI QUALI SI RACCOMANDA DI NON PROTEGGERE DAL SOVRACCARICO

La norma non fa esplicito divieto ma raccomanda l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei seguenti casi:

- circuiti di eccitazione delle macchine rotanti.
- circuiti di alimentazione degli elettro magneti.
- circuiti secondari dei trasformatori di corrente.
- circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

### 3.4 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO

Le condizioni generali per la protezione contro il corto circuito sono le seguenti:

- l'apparecchio dovrà essere installato all'inizio della conduttura protetta, con una tolleranza di 3 m dal punto di origine (se non vi è pericolo d'incendio e se si prendono le ordinarie precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di c.to c.to).
- l'apparecchio non dovrà avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego.
- l'apparecchio di protezione dovrà avere potere d'interruzione non inferiore alla corrente presunta di c.to c.to nel punto ove l'apparecchio stesso sarà installato.
- l'apparecchio dovrà intervenire, in caso di c.to c.to che si potrà verificare in qualsiasi punto della linea protetta, con la tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

### 3.5 VERIFICA DELL'INTEGRALE DI JOULE

Dovrà essere effettuata la verifica grafica dell'integrale di joule per tutti i casi più sfavorevoli; queste verifiche dovranno essere parte integrante della documentazione del "come costruito" finale.

### 3.6 DISPOSITIVI AUTOMATICI AD INTERRUTTORE

#### 3.6.1 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

$I_n$  = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che l'interruttore è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

$I_{nf}$  = Corrente di non funzionamento:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

$I_f$  = Corrente di funzionamento:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

$I_{m1}$  = minima sovra corrente che può determinare l'intervento delle protezioni elettro magnetiche.

$I_{m2}$  = minima sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni elettro magnetiche.

#### 3.6.2 Caratteristiche d'intervento

La norma CEI EN 60898 (CEI 23-3; IV edizione) prevede tre tipi di caratteristica di intervento, differenziate tra loro dai valori minimo e massimo dell'intervento magnetico.

La tabella che segue riporta detti valori ed il relativo campo d'impiego:

Tipo	$I_{m1}$	$I_{m2}$	Impiego tipico
B	$3 I_n$	$5 I_n$	protezione di generatori e di grandi lunghezze di cavo
C	$5 I_n$	$10 I_n$	protezione di cavi e di impianti che alimentano apparecchi utilizzatori ordinari
D	$10 I_n$	$20 I_n$	protezione di cavi e di impianti che alimentano utilizzatori con elevate correnti di avviamento

### 3.7 DISPOSITIVI A FUSIBILE

#### 3.7.1 Classificazione

I fusibili si possono classificare in tre grandi gruppi:

1. fusibili in miniatura: destinati alla protezione di apparecchiature elettriche ed elettroniche; essi sono caratterizzati da bassi poteri d'interruzione e basse energie di c.to c.to; si classificano in ultra rapidi (FF), rapidi (F), semi ritardati (M), ritardati (T) e super ritardati (TT).
2. fusibili di uso generale: destinati alla protezione di linee; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione, l'intervento è di tipo rapido in quanto non consente il permanere di sovraccarichi di oltre tre volte  $I_n$  per tempi superiori a qualche secondo.
3. fusibili per uso combinato: destinati alla protezione dal solo c.to c.to; trovano loro impiego nella combinazione con i relè termici per la protezione dei motori asincroni trifasi; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione e da valori dell'integrale di joule molto ridotti.

#### 3.7.2 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento dei fusibili sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

- $I_n$  = Corrente nominale:  
corrente assegnata dal costruttore e che il fusibile è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).
- $I_{nf}$  = Corrente di non fusione:  
massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento del fusibile entro il tempo convenzionale.
- $I_f$  = Corrente convenzionale di fusione:  
minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo del fusibile entro il tempo convenzionale.

I valori nominali e convenzionali per le cartucce normalizzate " gl " sono sotto riportati.



Correnti nominali	$I_{nf} / I_n$	$I_f / I_n$	Tempo convenzionale
4 ÷ 10	1,5	1,9	1 h
12 ÷ 25	1,4	1,75	1 h
32 ÷ 63	1,3	1,6	1 h
80 ÷ 100	1,3	1,6	2 hh
125 ÷ 160	1,2	1,6	2 hh
200 ÷ 400	1,2	1,6	3 hh
500 ÷ 1000	1,2	1,6	4 hh

### 3.7.3 Caratteristica d'intervento

Per i fusibili, la caratteristica d'intervento, chiamata anche " tempo - corrente " è il diagramma (generalmente in scala logaritmica) che fornisce il valore del tempo "virtuale" d'interruzione in funzione della corrente interrotta presunta.

Il tempo " virtuale " coincide con il tempo reale e la corrente interrotta presunta con al corrente effettiva solo per bassi rapporti di sovraccarico, cioè fino a  $10 \div 12,5 I_n$ .

Per sovracorrenti di maggiore entità si hanno forti poteri limitatori, in modo tale che la corrente effettivamente interrotta è notevolmente minore della presunta ed il tempo virtuale è il rapporto tra  $I^2t$  e  $I^2cc$ ; ne consegue quindi che la caratteristica d'intervento e la caratteristica  $I^2t / I^2cc$  sono in genere ricavabili l'una dall'altra.

### 3.7.4 Poteri d'interruzione e caratteristica $I^2t$

La norma impone un potere d'interruzione minimo di 20 kA per i fusibili destinati alle applicazioni domestiche e simili e di 50 kA minimi per i tipi destinati alle applicazioni industriali.

Le caratteristiche  $I^2t$  assumono un andamento inverso, cioè tanto maggiore è la corrente di c.to c.to, tanto maggiore sarà l'effetto di limitazione dell'integrale di joule; per questa ragione la verifica di  $I^2t$  dovrà essere eseguita soltanto nell'ipotesi di c.to c.to nel punto terminale della conduttura ( $I_{cc} \min$ ).

### 3.7.5 Condizioni generali di protezione dal sovraccarico

I fusibili devono avere correnti nominali sensibilmente inferiori alla portata massima della linea da proteggere, poiché se si scegliesse un fusibile con corrente nominale pari alla portata massima  $I_z$ , si avrebbe l'intervento convenzionale per sovraccarico di  $1,6 \div 1,9 I_z$  e ciò significherebbe avere sovraccarichi termici sugli isolanti di  $2,6 \div 3,6$  volte maggiori di quelli ammessi.

Qualora in una conduttura non siano prevedibili lievi sovraccarichi la condizione di protezione minima si realizzerà per  $I_f$  non superiore a  $1,45 I_z$ , cioè per correnti nominali del fusibile non superiore al  $76 \div 90 \%$  di  $I_z$ .

Se invece si prevedono lievi sovraccarichi e si voglia ottenere l'intervento non appena la corrente supererà la portata massima  $I_z$  della conduttura, bisognerà scegliere fusibili con corrente nominale non superiore al  $55 \div 60 \%$  di  $I_z$ , che equivale a dire sfruttare il rame installato al  $55 \div 60 \%$ .

### **3.7.6 Condizioni generali di protezione dal corto circuito**

I fusibili, come anzidetto, possiedono un comportamento critico per basse correnti di c.to c.to nel senso che potrebbero non interromperle tempestivamente consentendo un eccessivo riscaldamento del cavo.

Se il fusibile è dimensionato per proteggere il cavo dal sovraccarico, allora non si avranno correnti critiche e non occorrerà eseguire la verifica dell'integrale di Joule.

Se invece il fusibile è sovra dimensionato rispetto  $I_z$ , si dovrà verificare il suo comportamento in caso di c.to c.to nel punto terminale della linea.

## 4 APPARECCHI PER USO COMUNE

### 4.1 APPARECCHI DI COMANDO PER USI DOMESTICI E SIMILARI

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle norme CEI 23-11 23-9 e successive varianti.

Caratteristiche generali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale 10 / 16 A
- tensione di prova per 1' 2 kV
- involucro isolante in poli carbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive;
- tasto di superficie "elevata" onde facilitarne la manovra da parte dell'operatore.
- viti di serraggio dei conduttori;
- contatti in lega di argento..

Saranno distinti per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto, e così suddivisi:

- a) INTERRUTTORE: per il comando d'utenze da un solo punto ed una posizione del contatto (aperto o chiuso).
- b) DEVIATORE: c.s.d. ma per il comando da due punti.
- c) INVERTITORE: c.s.d. ma per il comando da tre punti.
- d) PULSANTE: può essere a tasto, a tirante o a perella ma comunque con ritorno a molla nella posizione originale dopo il suo azionamento. Sarà con contatto NC o NA secondo le esigenze.

Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e di certificazione di conformità rilasciata dal CESI o da laboratori di prove di Istituti Universitari e fornibile a richiesta dalla S.A. o dalla D.L.

### 4.2 PRESE A SPINA PER USI DOMESTICI E SIMILARI

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle norme CEI 23-5, 23-16 e successive varianti.

Caratteristiche principali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale 10 / 16 A
- tensione di prova per 1' 2 kV
- involucro isolante in poli carbonato di tipo chiuso;
- viti di serraggio dei conduttori;
- alveoli con schermo mobile (di sicurezza).

Saranno distinte per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto, e così suddivise:

- a) PRESE 2 x 10 A + T IN LINEA: alveoli m 4 mm posti verticalmente ad una sola parte attiva con polo di terra centrale.

- b) PRESE 2 x 16 A + T IN LINEA: alveoli m 4,8 mm c.s.d.
- c) PRESE 2 x 10 A IN LINEA: alveoli m 4 mm posti verticalmente ad una sola parte attiva per apparecchi di classe 2 secondo DPR 547 art. 314.
- d) PRESE 2 x 10 / 16 A + T IN LINEA (BIVALENTE): doppi alveoli posti verticalmente ad una sola parte attiva per spine sia a 10 A, che a 16 A, con unico polo di terra centrale.
- e) PRESA 2 x 10 / 16 A + T LATERALE (TIPO SCHUKO): alveoli m 4,8 mm posti orizzontalmente ad una sola parte attiva per spine a 10 A e 16 A con contatto di terra posto lateralmente.

Le prese che saranno montate in batteria disporranno di base modulare in materiale plastico, idonea al grado di protezione che si deve ottenere per quell'ambiente specifico.

Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e di certificazione di conformità rilasciata dal CESI o da laboratori di prove di Istituti Universitari e fornibile su richiesta dalla S.A. o dalla D.L.

### 4.3 INTERRUTTORE AUTOMATICO PER USI DOMESTICI

Sarà costruttivamente conforme e rispondente a quanto prescritto dalle Norme CEI 23-3 e successive varianti, nonché di tipo componibile.

Caratteristiche generali:

- |  |               |
|--|---------------|
| - tipo   | componibile   |
| - tensione nominale  | 415 V         |
| - frequenza nominale   | 50 Hz         |
| - tensione di prova 1'   | 2 kV          |
| - corrente nominale  | 6 / 10 / 15 A |
| - esecuzione 6 A e 10 A  | 1 o 2 poli    |
| - esecuzione 16 A / 20 A / 25 A  | 2 poli        |
| - involucro isolante, di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive.  |               |
| - viti di serraggio dei conduttori;  |               |
| - contatti in lega d'argento   |               |
| - tasto di superficie "elevata" onde facilitarne la manovra con stampigliata la siglatura atta ad indicare la posizione di aperto o chiuso (I-O). Apertura a scatto. |               |

Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e di certificazione di conformità rilasciata dal CESI o da laboratori di prove di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

### 4.4 PRESE FISSE VERTICALI CON INTERRUTTORE DI BLOCCO

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle Norme CEI 23-12 e successive varianti.

Caratteristiche generali:

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| • marca              | GEWISS (o similare) |
| • serie              | 66 IB               |
| • tensione nominale  | 500V                |
| • frequenza nominale | 50 / 60 Hz          |
| • corrente nominale  | max 32 A            |
| • esecuzione         | IP 55               |

- involucro in materiale plastico a base di PVC.

Saranno distinte per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto, e così suddivise:

- PRESA 2 P + T : presa industriale 2 x 16 / 32 + T – 220 V , in esecuzione IP55 con interblocco meccanico costituito da un interruttore rotativo di manovra solidale con la presa che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita. Composta di due elementi.
  - Cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressa tubi.
  - Elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione blu d'identificazione.
- PRESA 3 P + T : presa industriale 3 x 16 / 32 + T – 380 V in esecuzione IP 55, con interblocco meccanico costituito da un interruttore rotativo di manovra solidale con la presa che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita e composta di due elementi:
  - Cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressa tubi.
  - Elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione rossa d'identificazione.
- PRESA 3 P + T + F : prese industriali 3 x 16 / 32 / 63 A + T – 380 V in esecuzione IP 55, con interblocco meccanico costituito da un interruttore rotativo di manovra solidale con la presa che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita e composta di tre elementi:
  - Cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressa tubi.
  - Elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione rossa d'identificazione.
  - Base tripolare per fusibili, completa con tappi a vite di tipo ceramico. Sarà montata all'interno del contenitore completa di fusibili con valore di corrente, pari al valore nominale della portata della presa di corrente.

Le prese che saranno montate in base modulare singole o in batteria in materiale plastico, idonea al grado di protezione che si deve ottenere per quell'ambiente specifico.

## **5 APPARECCHIATURE ASSIEMATE DI PROTEZIONE E MANOVRA (AS/ANS) (COMUNEMENTE CHIAMATI ANCHE QUADRI ELETTRICI)**

---

### **5.1 NOTE GENERALI**

Quando in un quadro saranno installati apparecchi e condutture a tensione diverse od appartenenti a sistemi diversi, essi saranno separati e disposti in modo da presentare il minor numero possibile di incroci fra cavi, inoltre le linee in partenza dal quadro stesso saranno siglate chiaramente in modo da essere individuate senza problemi.

Gli strumenti e gli apparecchi installati nei quadri saranno raggruppati in modo razionale e risulteranno facilmente ispezionabili, smontabili e facilmente individuabili secondo la loro funzione, eventualmente mediante appositi contrassegni.

Sul fronte dei pannelli e sul riquadro saranno disposte targhette pantografate e cartelli atti ad indicare, per ogni interruttore, organo di manovra o segnalazione, la parte di impianto da esso comandata o controllata.

Tutti i quadri risponderanno alle prescrizioni evincibili dalle Norme CEI 17-13/1 in vigore.

Nella costruzione dell'AS/ANS si dovranno impiegare particolari accorgimenti tendenti a favorire al massimo l'esecuzione delle operazioni di manutenzione delle apparecchiature contenute.

In particolare, per tutti i sistemi di alimentazione generale, i trasformatori, gli alimentatori e relative apparecchiature ausiliarie in normale esercizio, dovranno risultare sempre fisicamente separati ed elettricamente selezionabili da quelle di tensione. Le disposizioni degli strumenti sull'AS/ANS sarà eseguita in modo da raggruppare gli strumenti stessi per zone d'impianto.

Le chiusure laterali dell'AS/ANS (se non diversamente richiesto) saranno movibili per consentire eventuali ampliamenti futuri dello stesso.

All'interno dell'AS/ANS sarà sempre prevista l'illuminazione. La forma e le dimensioni dell'AS/ANS e la disposizione degli strumenti sugli stessi dovrà sempre essere approvata dal Committente.

La disposizione delle apparecchiature elettriche dell'AS/ANS sarà realizzata in modo da consentire un'ottima accessibilità alle stesse per gli interventi di manutenzione; in particolare le apparecchiature non saranno poste a quota inferiore a 350 mm rispetto al piano di calpestio, inoltre la distanza della morsettiera dalle pareti laterali e dal fondo dell'AS/ANS non sarà mai inferiore a 150 mm.

### **5.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E COSTRUTTIVE DEGLI ARMADI METALLICI**

#### **5.2.1 Lamiera**

Per quanto possibile le lamiere saranno unite fra loro e alle restanti strutture metalliche a mezzo saldatura e bulloneria; tutta la bulloneria necessaria, sarà di acciaio al C 4 D UNI 3740-65, cadmiata secondo UNI 4720 o zincata secondo norme CEI 7-6/68 fascicolo n. 239 o secondo altro sistema equivalente. Le lamiere saranno di acciaio al C Fe 34 UNI 6659-70 o Fe 44B UNI 7070-72, lucide o decapate; gli spessori minimi ammessi sono i seguenti:

- 2 mm per lamiere esterne con il lato più corto 1000 e per diaframmi fissi interni e loro parti costituenti le pareti;
- 2,5 mm per le lamiere esterne col lato più corto < 1000 mm > 1400 mm;
- 3 mm per le lamiere esterne col lato più lungo 1400 mm.

### 5.2.2 Struttura metallica

La struttura metallica sarà tale che per intervento automatico, manovra di apparecchi, operazioni di estrazione e inserzione di qualsiasi apparecchio estraibile, non si verificheranno vibrazioni capaci di provocare interventi intempestivi di apparecchi o comunque comprometteranno il corretto funzionamento dei diversi organi.

Lo zoccolo sarà portante e l'AS/ANS sarà chiuso sul fondo secondo quanto precisato dal Committente caso per caso.

Le parti apribili dell'involucro saranno accessibili a mezzo pannelli incernierati e chiudibili operando su maniglie, quali le celle dell'AS/ANS contenenti:

- apparecchi dei circuiti di potenza;
- apparecchi dei circuiti ausiliari;
- terminazioni dei collegamenti esterni.

I pannelli non incernierati saranno con vitrea imprendibile. Se l'apertura di pannelli incernierati sarà necessaria per poter rimuovere dall'AS/ANS le apparecchiature, essi saranno provvisti di un ferro che ne limiti l'apertura in modo da impedire l'urto contro i pannelli adiacenti ed al tempo stesso rendere agevole la rimozione ed il ripristino degli apparecchi interni alla cella.

Le cerniere di tutti i pannelli apribili saranno interne con parti striscianti di materiale non ossidabile o comunque protette dalle ossidazioni.

Se non diversamente indicato, per installazione dell'AS/ANS all'interno sarà assicurato un grado di protezione IP 41 con guarnizioni sulle portelle chiuse (secondo raccomandazioni IEC 144) ad eccezione delle reti di ventilazione, le quali dovranno avere aperture con il lato più corto 6 mm.

### 5.2.3 Verniciature

Tutte le carpenterie degli AS/ANS saranno rifinite con un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

I cicli saranno quelli indicati nel relativo capitolo.

Il risultato del procedimento di verniciatura sopra indicato dovrà dare i seguenti risultati:

- a) ottima aderenza sulla lamiera;
- b) elevata resistenza agli urti, graffi, abrasioni;
- c) protezione assoluta alla minima porosità;
- d) elevata resistenza agli acidi, alcali, carburanti, oli, e solventi;
- e) lunga resistenza all'esposizione di agenti atmosferici;
- f) elevata rigidità dielettrica.

### 5.2.4 Messa a terra

Tutte le strutture metalliche dell'AS/ANS, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo, saranno collegati alla rete di terra.

Anche i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche saranno collegati a tale rete se le tensioni relative saranno a 25 V se in c.a. ed a 50 V se in c.c.

### 5.2.5 Cablaggio elettrico

Il cablaggio elettrico dell'AS/ANS sarà conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

Tutti i collegamenti elettrici saranno identificati con la stessa numerazione riportata sugli strumentogrammi relativi.

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno dell'AS/ANS per l'eventuale installazione futura di nuovi strumenti sarà almeno il 20% dello spazio complessivo.

- Sezione minima dei conduttori ausiliari e strumenti per collegamenti interni 1 mm<sup>2</sup>.
- Sezione minima dei conduttori ausiliari per collegamenti amperometrici 2,5 mm<sup>2</sup>
- Dimensionamento della canalina in PVC auto estinguente: con grado di riempimento non superiore al 70 % - Sezione minima della sbarra di terra interna in rame di sezione non inferiore a 120 mm<sup>2</sup>

Particolare cura sarà posta nei collegamenti dei secondari dei trasformatori riduttori al fine di evitare grosse perdite nei conduttori.

## **5.2.6 Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni**

### **5.2.6.1 Apparecchiature interne**

Le apparecchiature interne saranno chiaramente identificate mediante:

- Contrassegni fasi L1; L2; L3 - contrassegno neutro: N - contrassegno terra: nastratura giallo-verde.
- Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.
- Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.
- Colorazione dei conduttori isolati di fase: nero - colorazione del conduttore di neutro: azzurro.
- Colorazione dei conduttori ausiliari in corrente alternata: nero
- Ausiliari in corrente continua: blu.
- Ausiliari dei segnali a basso valore (mA, mV, ecc.): bianchi.
- Targhe in plexiglas di colore azzurro inciso bianco in lingua italiana.

### **5.2.6.2 Apparecchiature esterne**

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

Colori delle lampade di segnalazione e loro significato



Colore	Significato	Spiegazione	Impiego tipico
Rosso	Pericolo oppure allarme	Segnalazione prima del possibile pericolo oppure prima di condizioni che richiedono un immediato intervento.	Temperature al di fuori dei limiti di sicurezza; parti essenziali dell'equipaggiamento bloccate mediante l'intervento di un dispositivo di sicurezza.
Giallo	Attenzione	Cambiamento o presumibili alterazioni delle condizioni.	Temperature che si scostano dal valore normale; sovraccarico la cui durata è ammessa solo per un tempo limitato.
Verde	Sicurezza, servizio normale	Indicazione di una condizione di funzionamento sicura oppure autorizzazione a procedere.	Liquido refrigerante in circolazione, macchina pronta per la messa in marcia.
Blu	Significato speciale	Il blu può avere qualsiasi significato, però non quello dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	Selettori in posizione di predisposto oppure in posizione di comando a distanza.
Bianco	Significato generale	Qualsiasi significato, può essere utilizzato tutte le volte che ci fossero dei dubbi sull'utilizzazione dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	

#### Colori dei pulsanti e loro significato

Colore	Significato	Impiego tipico
Rosso	Agire in caso di pericolo	Emergenza; Stop; Arresto.
	STOP (arresto), oppure disinserzione	Arresto generale, arresto di uno o più motori, arresto di un apparecchio di manovra, ripristino combinato con la funzione di arresto.

Colore	Significato	Impiego tipico
Giallo	Intervento	Intervento per sopprimere condizioni anormali oppure evitare cambiamenti non desiderati.
Verde	Avviamento oppure inserzione	Avviamento generale, avviamento di uno o più motori, avviamento di parti di macchine, chiusura di un apparecchio di manovra.
Blu	Qualsiasi significato che però non riguardi i colori sopra descritti	In casi particolari può essere attribuito a questo colore un significato che non riguarda però i colori rosso, giallo, verde.
Bianco, Nero, Grigio	Non è attribuito alcun particolare significato	Può essere utilizzato per qualsiasi significato, ad eccezione dei pulsanti di arresto oppure di disinserzione.

### 5.3 COSTRUZIONI DELL'AS/ANS

L'AS/ANS sarà atto a contenere tutte le apparecchiature previste.

Le apparecchiature di protezione, comando, potenza saranno installate esclusivamente sui pannelli interni allocati sul fondo dell'AS/ANS, le apparecchiature di comando e la strumentazione saranno installate sulle porte.

Il collegamento tra le porte e l'interno dell'AS/ANS sarà tale da porre i singoli conduttori in sforzo di flessione e non di torsione. Le sbarre collettrici saranno in rame, ampiamente dimensionate ed ammarate per sopportare le sollecitazioni dovute alle possibili correnti di corto circuito in gioco, senza subire deformazioni o danni agli elementi.

L'isolamento, tra le fasi e tra le fasi e la terra, delle parti attive dei circuiti di potenza ed ausiliari sarà realizzato con materiali isolanti aventi elevate proprietà meccaniche ed elettriche, non igroscopici, auto estinguenti, resistenti alla fiamma ed all'arco superficiale, idonei a mantenere nel tempo le proprietà caratteristiche. Inoltre negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione tra le varie celle i conduttori e/o le sbarrette metalliche saranno non direttamente a contatto con la lamiera, ma saranno muniti di guarnizione in materiale auto estinguente.

In ogni caso le caratteristiche dei materiali devono essere come minimo quelle indicate nei seguenti sotto capitoli.

#### 5.3.1 Morsettiere

Saranno in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità di isolamento; dovranno risultare facilmente componibili e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti; ogni morsetto sarà numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti sarà 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 4 mm<sup>2</sup> per gli altri; i morsetti saranno muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere saranno previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne dell'AS/ANS onde facilitare il collegamento dei cavi afferenti.

Normalmente per le morsettiere ci si dovrà attenere alla suddivisione sotto indicata:

- a) cavi per segnali 4 ÷ 20 mA c.c., di alimentazioni di strumenti elettronici;
- b) cavi per circuiti a corrente alternata ed in corrente continua;
- c) cavi per segnali in frequenza;
- d) cavi per correnti continue riguardanti sistemi a logiche statiche.

Per il numero di riserve da prevedere per quanto riguarda:

- le alimentazioni
- le morsettiere elettriche
- i connettori

non dovranno risultare inferiori al 20% del totale richiesto.

### **5.3.2 Fusibili**

Essi saranno del tipo ritardato per la protezione dei motori e rapidi per la protezione degli ausiliari.

Le basi per i fusibili NH, se non unipolari, saranno muniti di separatore antifiamma.

Saranno preferiti fusibili aventi basse potenze dissipate, al fine di ridurre sia i costi di esercizio sia il trasferimento all'ambiente del calore dissipato.

### **5.3.3 Contattori**

Saranno di primaria casa costruttrice, nazionale o estera, purché con ricambi di facile reperibilità. La categoria d'impiego sarà l'AC3 con declassamento minimo del 20 % rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contattore sarà facilmente reperibile a mezzo di targhette in materiale plastico con diciture indelebili poste su di esso e fissate in modo tale che col tempo sia impedita la perdita dovuta a caduta.

### **5.3.4 Relè termici**

Saranno del tipo bimetallico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi di intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto.

Saranno della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i fusibili, secondo i consigli della casa costruttrice.

L'allacciamento al proprio contattore sarà rigido e non sopportante la massa del relè termico.

### **5.3.5 Amperometro e voltmetro analogico**

Devono essere del tipo elettromagnetico (se per corrente alternata) oppure del tipo magnetoelettrico (se per corrente continua); il voltmetro dovrà avere fondo scala 500 V (se per c.a.), oppure 50/150/300 V (se per c.c.); gli amperometri saranno con scala ristretta con valore di fondo scala di 5 A (In) solo se inseriti su circuiti in cui si verificano normalmente repentini sbalzi del valore

misurato, altrimenti saranno con fondo scala normale a seconda dell'intensità di corrente e comunque inseriti tramite riduttore di adeguata prestazione.

### **5.3.6 Trasformatori di corrente**

I trasformatori di corrente potranno essere sia del tipo a primario avvolto, sia del tipo a barra passante, a seconda dell'inserimento e del tipo di utilizzo; essi dovranno in ogni caso essere con classe di precisione coordinata con gli strumenti indicatori e/o gli amplificatori elettronici inseriti lungo il circuito derivato a valle dei morsetti secondari.

Tutti i trasformatori saranno fissati o sul pannello interno dell'AS/ANS, oppure sulla sbarra ove sono inseriti.

### **5.3.7 Pulsanti - selettori - portalampada**

Essi dovranno soddisfare, oltre che ad esigenze tecniche proprie quali per esempio: portata, tipo di contatto, robustezza, qualità del materiale e grado di protezione, anche ad esigenze estetiche, quindi il modello sarà scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'assieme dell'AS/ANS particolari caratteristiche estetiche.

La loro disposizione sul fronte dell'AS/ANS sarà basata su criteri ergonomici e di praticità e comunque preventivamente concordata con la DD.LL.

### **5.3.8 Reperibilità materiali**

Tutti i materiali impiegati nella costruzione dei quadri dovranno necessariamente essere reperibili nei magazzini di materiale elettrico presenti nella piazza di Ravenna.

In aggiunta a questo si prescrive che contattori, relè, salvamotori, termici, fusibili (se utilizzati), selettori, porta lampade, pulsanti, ecc. siano tutti della stessa casa costruttrice.

### **5.3.9 Documentazione**

Ad AS/ANS ultimati e prima del collaudo finale, il fornitore dovrà produrre una dichiarazione, sottoscritta da tecnico regolarmente iscritto all'Albo Professionale, che tutti i componenti impiegati e la costruzione dell'AS/ANS realizzato nell'ambito della presente specifica, è in toto e perfettamente conforme alle Norme ed alle prescrizioni di legge. Prima di eseguire il lavoro il fornitore dovrà fornire nelle quantità e nei tempi che saranno indicati dalla D.L. la sotto elencata documentazione:

- Schemi funzionali, con indicata la marca ed il tipo di tutte le apparecchiature installate.
- Schemi unifilari sia di potenza, sia di ausiliari di comando.
- Schemi di cablaggio interno all'AS/ANS.
- Schemi topografici.
- Disegni di assieme delle morsettiere dell'AS/ANS, con indicazione delle destinazioni dei conduttori interni e con riportato il nome dell'elenco da allacciare.

### 5.3.10 Collaudi

Prima del collaudo saranno eseguite tutte le prove necessarie ad approntare l'AS/ANS al collaudo; il collaudo dell'AS/ANS sarà eseguito presso l'officina del costruttore eseguendo come minimo le seguenti prove:

- verifica a vista della rispondenza alle prescrizioni dell'ordine;
- verifica a vista della rispondenza integrale tra montaggio e disegni, compresi i collegamenti dei cavi;
- verifica a vista della presenza e della congruità di tutte le targhette;
- verifica a vista della corrispondenza delle fasi o della polarità dei circuiti di potenza;
- controllo del serraggio dei morsetti e della continuità dei collegamenti di messa a terra;
- verifica delle distanze in aria e superficiali;
- prova di tenuta alla tensione applicata;
- verifica dell'efficienza del circuito di protezione;
- verifica del funzionamento meccanico delle apparecchiature;
- controllo dei cablaggi;
- verifica del funzionamento elettrico delle apparecchiature;
- verifica del corretto intervento di tutte le segnalazioni;
- verifica dell'intercambiabilità delle parti estraibili (ove intercambiabilità è richiesta);
- verifica della verniciatura;
- verifica del funzionamento meccanico;
- prova di controllo dell'AS/ANS, ivi compreso il controllo di cablaggio e prova di funzionamento elettrico.

L'esito di tutte le prove deve essere annotato su appositi "verbali di controllo" che dovranno poi essere parte integrante della documentazione di fornitura. Nota <sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Qualora la prova di collaudo abbia esito negativo, sarà fissata una nuova data di collaudo.

Nel secondo collaudo e durante gli eventuali successivi potranno essere ripetute, ad insindacabile giudizio del / dei collaudatori, tutte le prove più sopra indicate, anche se alcune di queste erano già risultate positive durante il / i collaudi precedenti. Resta inteso fin da ora che le spese del / dei Collaudatori durante il primo collaudo sono a carico dell'Amministrazione Appaltante, mentre tutte le spese relative al secondo collaudo ed ai successivi saranno a carico dell'Appaltatore.

## 6 QUADRI DI BASSA TENSIONE

### 6.1 NORME DI RIFERIMENTO

L'equipaggiamento e / o i materiali sono rispondenti, fin quanto applicabili, all'ultima edizione delle seguenti norme e dei seguenti standard, se non modificati, amendati o esclusi da altri documenti:

CEI 20-22	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
CEI 23-3	Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici o similari.
CEI 14-6	Trasformatori di isolamento e di sicurezza
CEI 16-3	Significato dei colori delle lampade e dei pulsanti
CEI 17-3	Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1200 V in corrente continua
CEI 17-5	Apparecchiatura a bassa tensione - Interruttori automatici per corrente alternata e tensione non superiore a 1000 V e per corrente continua a tensione nominale non superiore a 1200 V
CEI 17-7	Avviatori diretti destinati alla manovra e protezione di motori a corrente alternata con tensione non superiore a 1000 V.
CEI 17-11	Apparecchiatura a bassa tensione - Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e unità combinate con fusibili
CEI 17-13/1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.)
CEI 38-1	Trasformatori di corrente

ed altre importanti norme e standard, dove richiesti, anche se qui non espressamente indicati.

### 6.2 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO

#### Installazione

L'installazione del quadro sarà all'interno, in ambienti industriali protetti, ma con la possibilità di presenza di polveri.

#### Alimentazione

L'alimentazione del nuovo quadro di stabilizzazione QE-S è derivata:

- Dal quadro esistente di distribuzione impianto QE-2.

Il quadro è del tipo ad armadio con piastra di fondo e dotato di porta e contro-porta o similare, ha un interruttore generale tipo "IMS (interruttore di manovra sezionatore).

Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico

La tensione nominale del sistema è 400 Vca.

La tensione d'esercizio del sistema sarà a 400 Vca, con variazioni del  $\pm 10\%$  in servizio continuo e del  $-20\%$  in condizioni transitorie per una durata di 10 s circa.

Funzionamento del sistema elettrico

Il sistema a 400 Vca normale funzionerà con neutro messo francamente a terra e generalmente non accessibile.

Frequenza nominale del sistema elettrico

La frequenza nominale del sistema elettrico è 50 Hz, essa potrà variare entro il campo 49,5 / 50,5 Hz.

Ausiliari

Gli ausiliari saranno alimentati, rispettivamente, alle seguenti tensioni:

- 48 Vac – 50 Hz, per gli ausiliari generali del quadro.

## 6.3 INCLUSIONI

Nel quadro sono incluse le seguenti apparecchiature:

- Sbarra di terra Secondo quanto di seguito precisato.
- Lamiera di chiusura laterale degli scomparti, alle estremità dei quadri, ove necessarie.
- Tetto di chiusura degli scomparti.
- Portelle cieche di chiusura celle vuote.
- Golfari di sollevamento o dispositivi analoghi.
- Sbarre, da annegare a pavimento, per il fissaggio dei quadri.
- Telai di sostegno realizzati in acciaio zincato completi di piedini regolabili nel caso in cui il quadro debba essere installata in locale con pavimento galleggiante (l'altezza del telaio sarà pari all'altezza del pavimento galleggiante finito).

## 6.4 QUANTITÀ E QUALITÀ DELLE APPARECCHIATURE

Le quantità e la qualità delle apparecchiature oggetto della fornitura sono indicate nei disegni allegati al progetto.

La quantità delle apparecchiature indicate nei disegni non è vincolante per il Committente, essa è fornita al puro scopo di dare un'indicazione di massima sul numero dei singoli apparecchi.

## 6.5 DATI DI PROGETTO

### 6.5.1 Dati di progetto meccanico

Il quadro sarà idoneo per l'installazione all'interno, con accessibilità delle apparecchiature dal fronte e delle morsettiere dal retro, e fissaggio a pavimento.

Il sistema è per interruttori estraibili / sezionabili ed intercambiabili fra pari potenza e servizio (Power Center).

Il grado di protezione è il seguente:

- a portelle chiuse  $\geq$  IP 31.

- a portelle aperte IP 20

Il collegamento dei cavi è previsto dal basso per le linee in uscita e dall'alto / basso per quelle in ingresso.

Le sbarre sono in rame nudo galvanicamente trattato con zincatura.

Le lamiere interne sono d'acciaio galvanicamente trattato, mentre quelle esterne sono verniciate secondo il ciclo di verniciatura più avanti descritto.

### 1.1.1 Dati di progetto elettrico

Riferimento a terra del neutro e delle masse:	TN-S
Tensione nominale d'impiego:	
apparecchiature di potenza:	400 / 230 Vca
apparecchiature di comando:	48 Vca, interna
bobine d'apertura e chiusura:	48 Vca, interna
Tensione nominale d'isolamento:	660 Vca
Tensione nominale di prova:	4 kV (2,5 kV per i cavetti di cablaggio)
Numero delle fasi:	3
Frequenza nominale:	50 Hz
Tipo di conduttore:	rame
Sezione minima:	1,5 mm <sup>2</sup>
Portata nominale:	≤ 90 % della portata desunta dalle tabelle UNEL
Corrente nominale (con sovra temperature secondo CEI 17-13/1	
sbarre principali:	160 A
sbarre secondarie:	secondo la portata nominale dell'interruttore (non secondo la taratura del relè termico)
Correnti di corto circuito:	
breve durata nominale:	≥ 50 kA
durata nominale del corto:	1 s.

## 6.6 CELLE

Le celle sono previste unicamente in esecuzione singola.

Potranno essere previste celle in esecuzione multipla, solo se espressamente chieste, oppure se espressamente concesse per iscritto dal Committente.

## 6.7 ACCESSIBILITÀ

I circuiti e le condutture sono disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni, sempre nel rispetto della forma costruttiva chiesta, pari a "3B".



## 6.8 PRINCIPALI CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

### 6.8.1 Struttura meccanica del quadro

Il quadro è di tipo prefabbricato e normalizzato, in esecuzione protetta; esso risulta facilmente ampliabile senza eseguire adattamenti particolari.

In ogni quadro si possono distinguere:

- zoccolo di base
- cimasa superiore
- montanti di sostegno
- pannelli esterni di chiusura
- pannellature di segregazione tra i singoli vani interruttori ed il vano sbarre
- pannellature di segregazione tra i singoli vani interruttori e le singole morsettiere
- pannellature di segregazione degli ausiliari, con le restanti apparecchiature

Ogni colonna comprende:

- vano sbarre orizzontali
- sbarre orizzontali di fase, e di terra
- vano sbarre verticali
- sbarre di fase verticali
- sbarra di terra verticale
- vano collegamenti interpannelli per circuiti ausiliari; questo vano è utilizzato per realizzare tutte le interconnessioni ausiliarie
- isolatori porta sbarre orizzontali
- isolatori porta sbarre verticali
- vani contenenti interruttori
- vani morsettiere
- traversine per fissaggio cavi

Ogni vano con interruttori, comprende:

- riparo isolante per assicurare la protezione IP 21 sulla segregazione degli innesti dell'interruttore sulla base fissa
- morsettiera circuiti ausiliari.
- separazioni orizzontali fra le celle
- cerniera per portella cassetto
- treccia di messa a terra portella

Le celle hanno portella singola.

L'installazione delle colonne che costituiscono i quadri è effettuata su telai di base formati da profilati a C per l'allineamento e il fissaggio delle stesse mediante bulloni d'unione.

Detti telai sono provvisti d'adequate forature per il fissaggio a pavimento.

Ciascuna colonna è dotata di golfari di sollevamento e di travi d'irrigidimento per le operazioni di trasporto.

La segregazione delle zone sopraccitate è tale da assicurare che eventuali corto circuiti in una zona o in una cella non provochino danni nelle celle e zone adiacenti.

Le giunzioni sia delle sbarre principali, sia delle loro derivazioni sono realizzate adottando tutti gli accorgimenti atti ad evitare allentamenti causati dalle vibrazioni e ad assicurare il perfetto contatto delle superfici.

Le sbarre principali e le sbarre di derivazione sono realizzate in piatto di rame elettrolitico, dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito indicate sugli schermi elettrici.

Le sbarre sono ancorate e sostenute mediante l'impiego di setti reggi sbarre in materiale isolante stampato (resina poliestere con fibra di vetro), che assicurano la perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici che potrebbero derivare dalle correnti di corto circuito dell'impianto.

I quadri sono percorsi longitudinalmente da una sbarra di rame, quale conduttore di protezione, solidamente imbullonata alla struttura metallica.

Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria sono francamente collegati fra loro mediante viti speciali, per garantire un buon contatto elettrico fra le parte.

Le porte sono collegate alla struttura metallica tramite treccie flessibili di rame isolato.

La messa a terra degli interruttori in esecuzione sezionabile è assicurata, durante la fase di sezionamento, da una pinza strisciante su un piattino di rame collegato direttamente alla sbarra di terra.

### **6.8.2 Caratteristiche elettriche delle celle**

Sono previste celle contenenti interruttori, oppure ausiliari.

È previsto una cella per ogni interruttore.

Per la quantità complessiva è necessario riferirsi allo schema unifilare, ove sono indicate anche le riserve.

Il comando dell'interruttore è effettuato dall'esterno.

I cavi sono del tipo FS17 non propaganti la fiamma a norme CEI 20-22 completi di terminazioni realizzate con capicorda a pressione.

La siglatura dei cavi è realizzata con segnalini ad anello indelebili e imperdibili, posti in corrispondenza di ogni terminazione e recanti la numerazione riportata sugli schemi.

La sezione minima dei cavi di cablaggio è di 2,5 mm<sup>2</sup> per la potenza e di 1,5 mm<sup>2</sup> per i comandi.

I cavi sono contenuti in genere entro idonee canalette in PVC auto estinguente e provviste di coperchio, riempite non oltre il 70 %.

Per l'identificazione della destinazione delle apparecchiature sono previste targhette sulle portelle frontali del quadro in plexiglas inciso o serigrafato, mentre, all'interno del quadro, sono poste targhette indelebili autoadesive.

## **6.9 CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI**

### **6.9.1 Generalità**

Gli interruttori automatici sono dotati di sganciatori per sovracorrente su tutti i poli. I campi di regolazione sono coerenti con le caratteristiche delle utenze e conformi agli schemi di progetto del quadro.

Gli interruttori dovranno avere un numero di contatti ausiliari chiusi e aperti non inferiore a quello indicato sugli schermi funzionali di progetto.

## **6.9.2 Apparecchiature di manovra**

### **6.9.2.1 Interruttori per arrivi**

Tipo: aperto, tetra polare per c.a., con relè elettronici curve LSIG, in esecuzione estraibile.

Comando: con servomotore

Categoria di prestazioni su corto circuito: P1 con corrente ammissibile dopo la prova di c.to c.to pari alla corrente nominale ininterrotta richiesta.

### **6.9.2.2 Interruttori per partenze**

Tipo: compatto, in scatola isolante, tetra polare per c.a., con relè magnetici o termo magnetici completi di modulo differenziale, in esecuzione fissa.

Comando: manuale / servomotore se richiesto

Categoria di prestazioni su corto circuito: P1 con corrente ammissibile dopo la prova di c.to c.to pari alla corrente nominale ininterrotta richiesta.

### **6.9.2.3 Relè ausiliari**

Tipo di servizio:	continuo
Tensione di alimentazione della bobina:	48 Vca
Numero e funzione dei contatti:	secondo schema, normalmente pari a 4 CO
Portata contatti:	6 A
Potere di interruzione (L/R = 40 ms):	0,5 A c.a.
Durata elettrica dei contatti (n. manovre al potere di interruzione):	$\geq 10^5$
Durata meccanica (n. manovre):	$10^6$

### **6.9.2.4 Morsettiere ausiliarie**

Le morsettiere ausiliarie saranno costituite da morsetti componibili di sezione singola  $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ .

Ciascuna morsettiera sarà separatamente collocata nel vano cavi.

### **6.9.2.5 Numerazione dei conduttori**

I conduttori saranno numerati in maniera indelebile con appositi accessori, oppure con numerazione a caldo dell'isolante, secondo la numerazione indicata negli schemi di progetto.

Gli accessori per la numerazione saranno del tipo "a tubetto" o "a collarino", comunque preventivamente accettati dalla DD.LL. o dal Cliente finale.

## **6.10 VARIE**

### **6.10.1 Collegamenti di terra**

Lungo tutta la lunghezza del quadro è prevista una sbarra di terra in rame di sezione  $200 \text{ mm}^2$  alla quale sono collegate tutte le parti metalliche degli scomparti, le portelle, le parti inattive delle celle e le masse delle utenze alimentate.

Le portelle incernierate, su cui sono montate apparecchiature elettriche, sono collegate a terra a mezzo di treccia di rame flessibile.

Tutti i collegamenti con la sbarra di terra sono realizzati con morsetti muniti di rondelle anti svitanti, in modo da impedirne l'allentamento a seguito di vibrazioni.

Ad entrambe le estremità del quadro, la sbarra di terra, è munita di fori da 13 mm per il collegamento con il collettore di terra, oppure direttamente ai conduttori di terra, mediante bulloni.

### **6.10.2 Morsettiere ausiliarie**

Le morsettiere sono del tipo componibile, realizzate con morsetti componibili su profilati normalizzati DIN, ampiamente dimensionate e suddivise in: parte di potenza e parte ausiliari.

Ogni morsetto è costituito in materiale non igroscopico assicurante nel tempo ottime qualità d'isolamento.

Ogni morsetto è facilmente estraibile senza dovere spostare i morsetti adiacenti.

Ogni morsetto è numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili corrispondenti a quanto riportato sugli schemi.

I morsetti sono muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere sono installate in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture del quadro e dalle apparecchiature, per facilitare il collegamento dei cavi efferenti.

### **6.10.3 Materiali isolanti**

I materiali impiegati saranno incombustibili o di tipo non propagante la fiamma.

Sono inoltre scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale e alla traccia e di anigroscopicità.

### **6.10.4 Colorazione e individuazione delle anime dei conduttori**

Nella realizzazione del quadro per l'individuazione dei conduttori sono seguiti i seguenti criteri:

- Colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.
  - Colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.
  - Colore nero per correnti alternate e colore grigio per correnti continue.
  - I conduttori nudi, se usati come conduttori di protezione, sono colorati con bande verdi e gialle di uguale larghezza (da 15 a 100 mm) contigue, per ogni scomparto o per ogni cella o per ogni posizione accessibile. Se è utilizzato un nastro adesivo, esso deve essere bicolore.
  - Quanto sopra è valido anche per i conduttori nudi usati come conduttori di neutro.
  - In aggiunta a quanto sopra si prescrive che, all'interno dei quadri, inteso in generale, le colorazioni dei diversi conduttori, a seconda del tipo di utilizzo, siano le seguenti:
- |  |  |
|--|--|
| • Conduttori a tensione piena            | Guaina di colore marrone                               |
| • Conduttori a tensione 110/48 Vca       | Guaina di colore grigia                                |
| • Conduttori per segnali dal/al PLC      | Guaina di colore viola                                 |
| • Conduttori a tensione 24 Vcc, positivo | Guaina di colore rosso                                 |
| • Conduttori a tensione 24 Vcc, negativo | Guaina di colore nero                                  |
| • Conduttori per segnali amper.ci da TA  | Guaina di colore bianco, sezione 2,5 mm <sup>2</sup> . |

### 6.10.5 Separazione dei circuiti

Nella realizzazione del quadro sono tenuti separati, poiché singolarmente protetti, i seguenti circuiti:

- Motorini di carica delle molle
- Segnalazioni
- Comandi
- Protezioni

## 6.11 VERNICIATURA

### 6.11.1 Ciclo di verniciatura

La carpenteria è trattata in un impianto a ciclo continuo di preparazione e verniciature.

Le fasi del ciclo sono:

- sgrassaggio
- decapaggio
- fosfatazione
- passivazione
- applicazione a mani incrociate di colori epossidici
- trattamento termico
- lisciatura
- mano a finire
- polimerizzazione in forno

### 6.11.2 Colore

Tutti gli equipaggiamenti hanno un colore di finitura in accordo alla seguente tabella:

EQUIPAGGIAMENTO	COLORE	CODICE RAL	FINITURA	APPLICAZIONE
Lamiere esterne	Grigio chiaro	9002	Bucciato	In fabbrica
Lamiere interne	---	---	Zinco balenata	In fabbrica

### 6.11.3 Garanzie sulle verniciature

Il ciclo di verniciatura sarà quello standard del fornitore.

## 6.12 PROVE E COLLAUDI

### 6.12.1 Requisiti generali

Alla completa accettazione di ciascun collaudo, il costruttore sottometterà al compratore le copie richieste dei certificati di collaudo.

### 6.12.2 Collaudi in fabbrica

I materiali e le apparecchiature sono collaudati in fabbrica, al fine di verificare la conformità con le garanzie richieste e gli altri dati di progetto.

Il fornitore deve eseguire nella propria officina le necessarie prove meccaniche ed elettriche atte a controllare la rispondenza del complesso e delle singole parti della fornitura alla presente scheda tecnica ed alle norme in essa citate.

Le prove saranno eseguite alla presenza del personale della Committente, avvisato con almeno 10 giorni d'anticipo e solo a quadro terminato.

La documentazione a corredo del quadro sarà, successivamente all'esito positivo, modificata nella versione "Come collaudato".

Le prove sono quelle prescritte dalle Norme ma, comunque, comprendono:

- ispezione visiva.
- conformità con le specifiche ed i disegni.
- controllo a vista del complesso e delle singole parti;
- misura della resistenza d'isolamento;
- prove meccaniche
- prove di funzionamento dei dispositivi e dei circuiti di comando;
- prova di tensione a frequenza industriale;
- controllo elettrico dei circuiti ausiliari, esteso a tutti i circuiti del quadro.

Su tutti i componenti sarà verificata la rispondenza delle caratteristiche con le indicazioni riportate sullo schema funzionale (es.: calibro interruttori, tarature termici, ecc.).

## 6.13 QUADRO/I PER AUTOMAZIONE

### 6.13.1 Generalità

I quadri per automazione avranno le stesse caratteristiche dei quadri per gli AS/ANS e dovranno far parte di una serie d'armadi costituenti una piattaforma di componenti comuni, idonea anche per elettronica, trasmissione dati, ecc., con grado di protezione minimo IP 55 e ingombro della struttura di:

Larghezza                    600 .. 800 .. 1000 .. 1200 .. 1800 mm.

Altezza                        1600 .. 1800 .. 2000 mm.

Profondità:                400 .. 500 .. 600 .. 800 mm.

Armadio componibile per automazione, del tipo a parete o pavimento, avente:

- Struttura portante (telaio) di tipo fisso e simmetrico, costituita da montanti a doppia colonna a profilo cavo con foratura a reticolo DIN di 25 mm, ottenuti da calandratura di lamiera d'acciaio di spessore 1,5 mm ripiegata innumerevoli volte, elettro saldati.
- Telaio, porta, parete posteriore e lamiera del tetto d'acciaio con rivestimento Aluzink, verniciatura esterna secondo standard fornitore approvato da D.L.
- Le parti angolari del profilo sono arrotondate.
- Profilo orizzontale con scanalatura aggiuntiva fissata al di sopra della guarnizione.
- Profilo verticale con due piani di montaggio per allestimento interno.
- Affiancabile da ogni lato.

- Porta anteriore realizzata da cornice ottenuta da pressofusione d'alluminio verniciato e lastra di vetro di sicurezza temperato; la porta ha, internamente, n. 4 angolari in pressofusione di zinco e foratura secondo reticolo DIN di 25 mm con guarnizione schiumata di tenuta.
- La lastra di vetro è conforme alla norma UNI 7142 di spessore 3 mm con stampigliatura antiriflesso.
- Porta con apertura a destra e con chiusura a cremagliera a 4 punti di fissaggio.
- Inserto doppio pettine secondo DIN 436688.
- Cerniere fisse e perno, angolo apertura porta 180°, spazio libero dal fondo 25 mm.
- Porta posteriore interamente in lamiera d'acciaio di spessore 1,5 mm.
- Tetto in lamiera d'acciaio presso piegata di spessore 1,5 mm, fissato alla struttura portante con n. 4 viti.
- Fondo in lamiera zincata e cromatata di spessore 3 mm, piegata lateralmente a C e completa di piedini regolabili di plastica a scorrimento in profondità con interassi di fissaggio di 25 mm.
- Superficie zincata di tipo conduttivo in grado di poter garantire l'equipotenzialità in fase di montaggio dei componenti, predisposta per il fissaggio di cavetti di collegamento per la messa a terra.
- Zoccolo d'altezza 100 mm, con flange apribili.
- Traverse di rinforzo di sezione 73x17 mm, o superiore, montate a mezza altezza nella profondità dell'armadio sui montanti della struttura, dotate di fori tondi e quadri con passo 25 mm.

Gli armadi, secondo gli utilizzi, saranno completati con: lamiera di fondo in più parti, traversi, dispositivi d'accoppiamento, serie di sbarre isolate, ventilatori, climatizzatori, ecc., ecc.

### 6.13.2 Cablaggio

Il sistema di cablaggio, nel caso di strumenti elettronici di processo, sarà del tipo a cavo esteso, con innesto a connettore sullo strumento e allacciamenti delle estremità opposte a morsettiere ubicate all'interno di AS/ANS di smistamento.

Per facilitare la manutenzione degli strumenti, ogni loop di misura o regolazione ed in generale ogni strumento elettrico installato nell'AS/ANS sarà alimentato tramite un individuale sezionatore con fusibili, apribile sotto carico (durante il movimento d'apertura, i fusibili non saranno spostati).

Gli strumenti installati nell'AS/ANS saranno identificati con targhette indicanti la sigla ed il servizio di ciascuno strumento.

Potranno essere impiegati cavi multipli con terminali a connettore per i collegamenti fra gli strumenti a fronte AS/ANS e le unità d'ingresso/uscita relative; i tipi e le caratteristiche dei cavi e connettori saranno concordati di volta in volta.

I cavi per gli strumenti elettronici in ogni caso saranno in accordo con le prescrizioni dei fornitori delle apparecchiature.

Allo scopo di evitare disturbi indotti nei cavi dei segnali a basso livello e per motivi di sicurezza si dovranno separare opportunamente i cavi funzionanti a livello di tensione e corrente.

### 6.13.3 Messa a terra

Tutte le strutture metalliche dell'AS/ANS, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo, saranno collegate alla rete di terra.

La messa a terra potrà essere evitata solo per i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche con tensioni relative fino a 25 V se in c.a. e a 50 V se in c.c.

#### **6.13.4 Costruzione dell'AS/ANS**

L'AS/ANS sarà atto a contenere tutte le apparecchiature previste.

Le apparecchiature di protezione, comando, potenza saranno installate esclusivamente sui pannelli interni allocati sul fondo dell'AS/ANS, le apparecchiature di comando e la strumentazione saranno installate sulle porte.

Il collegamento tra le porte e l'interno dell'AS/ANS sarà tale da porre i singoli conduttori in sforzo di flessione e non di torsione.

Le sbarre collettrici saranno in acciaio 1.4301, ampiamente dimensionate e ammarate, per sopportare le sollecitazioni dovute alle possibili correnti di corto circuito in gioco, senza subire deformazioni o danni agli elementi.

L'isolamento, tra le fasi e tra le fasi e la terra, delle parti attive dei circuiti di potenza ed ausiliari sarà realizzato con materiali isolanti aventi elevate proprietà meccaniche ed elettriche, non igroscopici, auto estinguenti, resistenti alla fiamma e all'arco superficiale, idonei a mantenere nel tempo le proprietà caratteristiche.

Negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione tra le varie celle, inoltre, i conduttori e/o le sbarrette metalliche saranno non direttamente a contatto con la lamiera, ma saranno muniti di guarnizione in materiale auto estinguente.

I conduttori principali (a tensione piena) che anche con interruttore generale aperto saranno sotto tensione, saranno con isolamento rinforzato (conduttori del tipo FG16OR16).

In ogni caso le caratteristiche dei materiali devono essere come minimo quelle indicate nei seguenti sotto capitoli.

### **6.14 DIMENSIONAMENTO APPARECCHIATURE ALL'INTERNO DEGLI AS/ANS**

#### **6.14.1 Materiali isolanti**

Tutti i materiali impiegati nella costruzione dei quadri saranno auto estinguenti e non igroscopici.

Le guarnizioni, invece, saranno in gomma siliconica o di materiale avente caratteristiche simili, tali da resistere all'invecchiamento e inacidimento dovuto all'esposizione ai raggi UV.

#### **6.14.2 Sistema di sbarre fino a 250 A**

Le sbarre principali, per correnti fino a 250 A saranno in rame con caratteristica forma a "T" che ne conferisce una notevole sovraccaricabilità termica e statica.

Le stesse saranno montate all'interno di un sistema porta sbarre con interasse a 40 mm, completa d'accessori in materiale plastico auto estinguente, rinforzato con fibre di vetro che ne determina un grado di protezione  $\geq$  di IP 20.

Le sbarre di rame saranno trattate superficialmente con zincatura elettrolitica.

Adattatori per il montaggio degli apparecchi di protezione direttamente sul sistema sbarre

Gli apparecchi di protezione saranno montati direttamente sul sistema sbarre tramite opportuni adattatori in materiale plastico auto estinguente aventi, rispettivamente le seguenti larghezze:

- 72 mm, per correnti nominali fino a 25 A
- 72 mm, per correnti nominali fino a 40 A
- 90 mm, per correnti nominali fino a 90 A



### 6.14.3 Fusibili

Qualora l'utilizzo sia confermato per iscritto dalla Direzione Lavori, i fusibili da utilizzare saranno del tipo ritardato per la protezione dei motori e rapidi per la protezione degli ausiliari.

Le cartucce fusibili, se non diversamente indicato, fino ad un massimo di 63 A (In) saranno del tipo "Diazed" nelle varie grandezze; per intensità di corrente superiore di 63 A (In) si dovrà passare al tipo A.C.R. ovvero NH.

Le basi per i fusibili Diazed saranno munite di coperchio e di dispositivo contro l'allentamento; mentre le basi per i fusibili NH, se non unipolari, saranno muniti di separatore antifiama.

Saranno preferiti fusibili aventi basse potenze dissipate, al fine di ridurre sia i costi d'esercizio sia il trasferimento all'ambiente del calore dissipato.

I fusibili saranno della stessa marca degli interruttori di protezione motori, dei contattori, dei relé termici e degli inverter a frequenza variabile.

### 6.14.4 Contattori

Saranno di primaria casa costruttrice, nazionale o estera, purché con ricambi di facile reperibilità e purché della stessa marca dei fusibili, degli interruttori di protezione motori e dei relé termici

La categoria d'impiego sarà l'AC3 con declassamento minimo del 20% rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contattore sarà facilmente reperibile per mezzo di targhette in materiale plastico con diciture indelebili poste su di esso e fissate in modo tale che col tempo sia impedita la perdita dovuta a caduta.

Tipo: tripolare, elettromagnetico ad interruzione in aria.

- Tensione nominale d'impiego: 400 V
- Categoria d'impiego: AC3, con declassamento del 20%
- Servizio nominale: intermittente classe 1, rapporto d'intermittenza 60%, avviamento corto
- Numero di cicli a carico: \* 10.000.000
- Tensione nominale della bobina di comando: 48 Vca.

Le caratteristiche minime dei contattori sono le seguenti:

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Avviamento motore
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tensione nominale	Un	V	690
• Corrente nominale (AC3) In		A	12 .. 25 .. 50 .. 95
• Bobina di comando	Un	V	48 Vca
• Contatti ausiliari.	Ad innesto nella combinazione desiderata, sia superiori, sia laterali, con il minimo di 3 NO + 1 NC		

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Avviamento motore
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tensione nominale	Un	V	690
• Corrente nominale	In	A	110 .. 140 .. 170 .. 205

- Bobina di comando Un V 48 Vca
- Contatti ausiliari. Oltre ai 2 L + 2 R di serie, altri ad innesto nella combinazione desiderata, solo laterali

### 6.14.5 Interruttori automatici specifici per protezione motore

La protezione contro i sovraccarichi e contro il corto circuito dei motori elettrici sarà garantita da interruttori automatici specifici per protezione motore.

Gli interruttori per protezione motore saranno della stessa marca dei fusibili, dei contattori e dei relé termici.

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	partenza motore, fino a 16 A
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tipo	--	--	Compatto, grandezza 0
• Tensione nominale	Un	V	690
• Corrente nominale	In	A	0,4 .. 0,63 .. 1 .. 1,6 .. 2,5 .. 4 .. 6,3 .. 8 .. 10 .. 12,5
• Campo di taratura relè termici (a 35°C) It		A	80 .. 100%
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C)		Im	A 11 volte In
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca		Icu	kA 50
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca		Ics	kA 50% di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	partenza motore, oltre 16,1 A e fino a 45 A
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tipo	--	--	Compatto, grandezza 2
• Tensione nominale	Un	V	690
• Corrente nominale	In	A	16 .. 25 .. 32 .. 45
• Campo di taratura relè termici (a 35°C) It		A	80 .. 100%
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C)		Im	A 11 volte In
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca		Icu	kA 50
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca		Ics	kA 50% di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	partenza motore, oltre 45,1 A e fino a 90 A
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tipo	--	--	Compatto, grandezza 3
• Tensione nominale	Un	V	690
• Corrente nominale	In	A	63 .. 90
• Campo di taratura relè termici (a 35°C) It		A	80 .. 100%
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C)		Im	A 11 volte In

- Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Icu kA 100
- Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Ics kA 50% di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Partenza linea, fino a 63 A
• Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tipo	--	--	Modulare
• Tensione nominale	Un	V	400
• Corrente nominale	In	A	6 .. 10 .. 16 .. 25 .. 32 .. 40 .. 50 .. 63
• Campo di taratura relè termici (a 35°C) It		A	Uguale a In
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C) Im		A	8 volte In
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Icu		kA	15
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Ics		kA	100% di Icu
• Campo di taratura relè differenziale Id		A	0,03

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Arrivo linea, fino a 160 A
• Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tipo	--	--	IMS con poli a doppia interruzione
• Corrente nominale	In	A	160
• Campo di taratura relè termici (a 35°C) It		A	Non presenti
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C) Im		A	Non presenti

#### 6.14.6 Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari

Le caratteristiche minime di ciascun tipo d'interruttore utilizzato sono descritte nelle tabelle che seguono:

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Partenza linea, fino a 63 A
• Montaggio entro	--	--	Cella
• Tensione nominale	Un	V	400
• Corrente nominale	In	A	6 .. 10 .. 16 .. 25 .. 32 .. 40 .. 50 .. 63
• Campo di taratura relè termici (a 35°C) It		A	Uguale a In
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C) Im		A	8 volte In
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Icu		kA	15
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Ics		kA	100% di Icu
• Campo di taratura relè differenziale Id		A	0,03

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Arrivo linea, fino a 160 A
• Montaggio entro	--	--	Cella
• Costruttore	--	--	--
• Tipo	--	--	--
• Tensione nominale	Un	V	--
• Corrente nominale	In	A	160

- |  |     |              |
|--|-----|--------------|
| • Campo di taratura relè termici (a 35°C) It   | A   | Non presenti |
| • Campo di taratura relè magnetici (a 35°C) Im | A   | Non presenti |
| • Potere d'interruzione nominale a 415 Vca     | Icu | kA -         |

#### 6.14.7 Relé termico

Qualora non sia tecnicamente possibile utilizzare interruttori automatici specifici per protezione motore, saranno utilizzati relè termici del tipo elettronico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi d'intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto. Saranno della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i dispositivi di protezione per corto circuito, secondo i consigli della casa costruttrice.

L'allacciamento al proprio contattore sarà rigido e non sopportante il peso del relé termico.

#### 6.14.8 Avviamento di motori tramite Soft Start

Nel caso in cui sarà necessario utilizzare apparecchiature elettroniche soft start, esse saranno della stessa marca dei fusibili, dei contattori e degli interruttori di protezione motori.

La corrente nominale dell'apparecchio a 55°C sarà pari o superiore alla corrente nominale del motore da avviare.

Tutti gli avviamenti soft start devono essere muniti di display posizionato a fronte quadro e devono essere accoppiati a contattore di by-pass.

#### 6.14.9 Avviamento di motori tramite Inverter

Nel caso in cui sarà necessario utilizzare apparecchiature elettroniche inverter, esse saranno della stessa marca dei fusibili, dei contattori e degli interruttori di protezione motori.

La corrente nominale dell'apparecchio a 55°C sarà pari o superiore alla corrente nominale del motore da avviare.

Tutti gli avviamenti inverter devono essere muniti di:

- Pannello operatore installato a fronte quadro o a bordo nel caso di inverter esterni.
- Filtro in classe A.
- Ingresso STO.
- Esecuzione IP21.

#### 6.14.10 Amperometro e voltmetro analogico

Saranno del tipo elettromagnetico (se per corrente alternata) oppure del tipo magneto elettrico (se per corrente continua).

Il voltmetro dovrà avere fondo scala 500 V (se per c.a.), oppure 50/150/300 V (se per c.c.).

Gli amperometri saranno con scala ristretta con valore di fondo scala di 5 A (In) solo se inseriti su circuiti in cui avvengono normalmente repentini sbalzi del valore misurato, altrimenti saranno con fondo scala normale secondo l'intensità di corrente e in ogni caso inseriti tramite riduttore d'adeguata prestazione.

#### **6.14.11 Analizzatore d'energia da quadro**

Deve essere del tipo elettronico, in grado di elaborare fino a 100 grandezze elettriche, compresa la potenza media ogni 15 minuti e visualizzazione delle potenze medie calcolate.

Lo strumento dovrà avere alimentazione 115 / 230 Vca con incertezza di misura del 0,1% (1 digit).

All'interno dell'apparecchio so no impostabili fino a otto contatori per energia attiva e reattiva, con mantenimento dei dati in caso di mancanza di tensione.

La visualizzazione dei dati avviene tramite un display su due righe, del tipo ad elevato contrasto; le grandezze visualizzabili, se diverse da quelle standard, sono impostabili direttamente tramite la tastiera dell'apparecchio.

Ciascuno strumento sarà comprensivo di porta seriale con protocollo ProfiBUS, già cablata; attraverso la porta di comunicazione potrà essere possibile la visualizzazione dei parametri di configurazione dell'apparecchio.

Il cablaggio in serie delle porte di comunicazione degli analizzatori deve essere portata a morsettiera.

#### **6.14.12 Trasformatori di corrente**

I trasformatori di corrente potranno essere sia del tipo a primario avvolto, sia del tipo a barra passante, secondo l'inserimento e del tipo d'utilizzo; essi dovranno in ogni caso essere con classe di precisione coordinata con gli strumenti indicatori e/o gli amplificatori elettronici inseriti lungo il circuito derivato a valle dei morsetti secondari.

Tutti i trasformatori saranno fissati o sul pannello interno dell'AS/ANS, oppure sulla sbarra ove sono inseriti, mai appesi al cavo.

#### **6.14.13 Alimentatori stabilizzati ridondati**

Gli alimentatori stabilizzati, atti alla generazione della 24 Vcc, saranno collegati sia a coppia in configurazione ridondata sia singoli; nel caso di configurazione ridondata potrebbero essere completi di modulo UPS con batterie installate entro cassetta stagna sul fondo del quadro elettrico e con sfogo verso l'esterno del quadro; essi saranno in robusto contenitore a ventilazione naturale e avranno:

Ingresso 230/400 Vca +/- 15%

Uscita 24 Vcc stabilizzata 5 A, oppure 10 A, oppure 25 A, oppure 40 A

Trasformatore d'isolamento in ingresso e regolazione chopper a IGBT, con frequenza di lavoro 28 kHz

Possibilità di collegamento in parallelo ridondata e possibilità di sostituzione di un alimentatore senza togliere tensione all'impianto.

#### **6.14.14 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro**

All'interno del quadro AS/ANS, per ciascuna anta di larghezza fino a 800 mm, deve essere sempre previsto un apparecchio illuminante di potenza 14 W munito d'interruttore d'accensione e di presa di servizio; per ante di larghezza superiore saranno previsti due apparecchi illuminanti per ciascuna anta.

La lampada, del tipo fluorescente, sarà coperta da apposito schermo prismaticizzato.

Il cablaggio, derivato a monte dell'interruttore generale sarà eseguito con cavi multipolari aventi guaina esterna di colore arancio.

#### **6.14.15 Pulsanti – selettori – portalampada**

Essi dovranno soddisfare, oltre che ad esigenze tecniche proprie quali per esempio: portata, tipo di contatto, robustezza, qualità del materiale e grado di protezione, anche esigenze estetiche.

Il modello, quindi, sarà scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'insieme dell'AS/ANS particolari caratteristiche estetiche.

La loro disposizione sul fronte dell'AS/ANS sarà basata su criteri ergonomici e di praticità e, in ogni caso, preventivamente concordata con la Direzione Lavori.

#### **6.14.16 Lampade di segnalazione a LED**

- Potenza: 0,25 W a 24 V
- Tensione nominale al portalampada: 24 Vcc derivata dall'alimentatore

I portalampada hanno attacco a baionetta BA 9s, con coppetta di vetro o plastica colorata e dotate di feritoie di ventilazione.

#### **6.14.17 Relé ausiliari**

- Tipo di servizio: continuo
- Numero e funzione dei contatti: secondo schema, normalmente pari a 4 CO
- Portata contatti: 6 A
- Potere d'interruzione (L/R = 40 ms): 0,5 A c.a.
- Durata elettrica dei contatti (n. manovre al potere d'interruzione): \* 105
- Durata meccanica (n. manovre): 106

#### **6.14.18 Ventilatori e filtri EMC per circolazione aria all'interno dei quadri**

I ventilatori, per portata d'aria da 20 a 105 m<sup>3</sup>/h, saranno muniti di ventilatore assiale con motore a poli separati, tensione nominale 230 Vca e con cuffia di protezione che ne conferisce un grado di protezione IP 56.

Sia il ventilatore, sia i filtri d'espulsione dell'aria calda devono essere muniti di protezione EMC.

#### **6.14.19 Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche**

I telai girevoli per Rack 19" saranno montati all'interno di quadri di dimensioni di base 800x600 mm.

Essi saranno sia per montaggio completo a tutta altezza, sia per montaggio parziale nella zona superiore; in entrambi i casi idonei per sostenere una massa fino a 350 kg.

I telai saranno completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

#### **6.14.20 Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche**

I telai fissi per Rack 19" saranno montati all'interno di quadri di dimensioni di base 600x600 mm; in questo caso l'armadio deve essere munito di porta posteriore apribile, d'acciaio pieno munita di serratura come indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"

I telai saranno completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

#### **6.14.21 Morsettiere**

Le morsettiere saranno in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità di isolamento; esse dovranno risultare facilmente componibili e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti.

Ogni morsetto sarà numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti sarà 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 4 mm<sup>2</sup> per gli altri; i morsetti saranno muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere saranno previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne dell'AS/ANS per facilitare il collegamento dei cavi afferenti.

I morsetti sono muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere di ciascuna utenza devono tassativamente essere singolarmente protette con schermo o cuffia o analogo, al fine di prevenire contatti accidentali con gli attrezzi degli operatori; ciò significa che non è sufficiente il grado di protezione IP 20 per le morsettiere con tensione superiore a 50 V, verso terra, ma che è richiesta una protezione aggiuntiva.

Normalmente per le morsettiere ci si dovrà attenere alla suddivisione sotto indicata:

- a) cavi per segnali 4 \* 20 mA cc, d'alimentazione di strumenti elettronici
- b) cavi per circuiti a corrente alternata o continua;
- c) cavi per segnali in frequenza;
- d) cavi per correnti continue riguardanti sistemi a logiche statiche.

Per il numero di riserve da prevedere per quanto riguarda:

- le alimentazioni
- le morsettiere elettriche
- i connettori

Essi non saranno inferiori al 20% del totale richiesto.

I morsetti delle morsettiere saranno accettati solo se di costruzione Phoenix o Weidmuller.

#### **6.14.22 Cablaggio elettrico**

Il cablaggio elettrico dell'AS/ANS sarà conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

Tutti i collegamenti elettrici saranno identificati con la stessa numerazione riportata sugli strumentogrammi relativi.

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno dell'AS/ANS per l'eventuale installazione futura di nuovi strumenti sarà almeno il 20% dello spazio complessivo.

Dimensionamento della canalina di PVC auto estinguente con un grado di riempimento non superiore al 70%.

Sezione minima della sbarra di terra interna di sezione non inferiore a 100 mm<sup>2</sup>.

Particolare cura sarà posta nei collegamenti dei secondari dei trasformatori riduttori al fine di evitare grosse perdite nei conduttori.

## 7 STRUMENTAZIONE

---

### 7.1 NOTE GENERALI

L'Installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto strumentale, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici, pneumatici e idraulici degli strumenti.
- Taratura ed allineamento degli strumenti in campo ed a quadro secondo i dati forniti dai documenti di progetto costruttivo.
- Tutto l'impianto di strumentazione dovrà essere realizzato con passerelle e conduit separati da quelli necessari per l'impianto luce e FM.
- Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi di strumentazione dovranno avere un percorso separato dai cavi di potenza.
- Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o strumento dovrà poter essere montato e/o smontato senza che questo comporti il danneggiamento dello stesso o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti gli strumenti o apparecchiature elettro - pneumatiche dovranno essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; gli strumenti dovranno essere ubicati in zone sicure per l'operatore.
- Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.
- Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista dovranno essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.
- Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di tasselli a sparo.
- Tutti i tubi posati nelle strutture murarie dovranno essere installati prima della gettata.
- Non saranno permesse scanalature nei manufatti.
- Tutti i conduttori e le linee di alimentazione dovranno essere identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.
- Tutte le linee di alimentazione dovranno essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.
- I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve dovranno essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.
- I porta conduttori dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.
- Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di smistamento dovranno essere messi a terra tramite le piastrine già predisposte per l'impianto elettrico.
- Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.
- Tutte le passerelle poste in verticale dovranno essere coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.



- Non sono ammessi collegamenti elettrici o pneumatici sulle passerelle.
- Ove si presentasse la necessità, dovranno essere installate cassette di derivazione.
- Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.
- Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche dovranno essere previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso che in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.
- Tutte le morsettiere delle cassette pneumatiche ed elettriche dovranno essere opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere (elettriche o pneumatiche) delle cassette dovranno essere numerati nel modo seguente:
  - tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n° di cavo;
  - tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura o strumento collegato.

## 7.2 CASSETTE DI DERIVAZIONE PER STRUMENTAZIONE

Le cassette di derivazione per i segnali di misura, tutte in esecuzione EMC certificata da VDE, potranno essere delle seguenti tipologie:

Per giunzione fino a 24 morsetti, del tipo a parete

Per giunzione da 25 fino a 96 morsetti, del tipo a parete

Le superfici metalliche delle cassette di giunzione dovranno essere adeguatamente protette contro la corrosione tramite un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

### 7.2.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete

Cassetta di giunzione EMC del tipo a parete, per il contenimento di un massimo di 24 morsetti di dimensioni circa 380 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con superficie in Aluzink e verniciatura esterna a polveri in tinta RAL 7030, completa di:

- Guida di fissaggio TS35
- Due morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm<sup>2</sup>
- Tredici morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm<sup>2</sup>
- Un pressa cavo EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG
- Dodici pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### 7.2.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete

Cassetta di derivazione del tipo a parete, come la precedente, per il contenimento di un massimo di 96 morsetti, di dimensioni circa 600 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta completa di:

- Guida di fissaggio TS35.
- Quattro morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm<sup>2</sup>.
- Cinquanta morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Quattro pressa cavi EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG.
- Fino a quarantotto pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG.
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### 7.2.3 Cassette contenitori per sistemi BUS

Le cassette di contenimento per sistemi BUS, solo per montaggio a parete e solo in acciaio inox 1.4301, dovranno essere delle dimensioni di 600 x 200 mm, profondità 123 mm circa e con grado di protezione minimo IP 66.

Le cassette dovranno essere complete di pressa cavi EMC inox, passo PG e sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata".

### 7.2.4 Cassette per derivazione sistema ProfiBUS PA e ProfiBUS DP

Tutte le derivazioni delle reti ProfiBUS PA e/o DP verso componenti in campo e/o verso componenti contenuti all'interno di quadri elettrici dovranno essere realizzati tramite l'utilizzo di connettori a "T" pre cablati contenuti in cassette di derivazione in acciaio inox.

Le cassette di derivazione dovranno essere modulari in modo che possono essere utilizzate per il collegamento di 1 - 2 - 4 - 8 nodi ProfiBUS.

Questi elementi di derivazione presenteranno le seguenti caratteristiche:

- custodia in AISI 316L
- grado di protezione IP 66
- temperatura di funzionamento da -40 °C a +85 °C
- n° 2 pressa cavi EMC in ottone nichelato per ingresso ed uscita linea ProfiBUS principale
- n° 1 - 8 connettori M12 per collegamento ProfiBUS apparecchiatura in campo
- collegamento di terra all'esterno
- elemento di compensazione della pressione
- elemento di protezione contro le sovratensioni

Questa tipologia di derivazione garantirà la continuità di funzionamento delle reti ProfiBUS anche in caso di interventi su uno o più nodi della rete.

Ogni cassetta di derivazione dovrà essere dotata di 1 - 2 - 4 - 8 connettori ProfiBUS tipo M12 pre cablati per il collegamento delle apparecchiature in campo e/o entro quadro elettrico.

La lunghezza del cavo pre-cablato al connettore avrà una lunghezza massima di 10 m.

Il connettore presenterà le seguenti caratteristiche:

– n° poli	4
– tipo di connessione	schermata
– area di connessione	0,75 mm <sup>2</sup>
– testa di collegamento	M 12
– superficie dei contatti	Cu Zn Au
– grado di protezione	IP 67
– materiale della custodia	Cu Zn nichelato
– infiammabilità secondo UL-94	V-2
– campo di temperatura	-25 °C ... +85 °C
– tensione nominale	125 Vac / 150 Vcc
– corrente nominale	3 A

Quando questo tipo di elemento di derivazione sarà utilizzato per il collegamento del nodo terminale della linea ProfiBUS, la cassetta dovrà essere completa del terminatore di linea ProfiBUS pre cablato e già accoppiato con la stessa.

### 7.2.5 Pressa cavi

Per i contenuti di questo sotto capitolo si veda il capitolo "Sistemi di supporto dei cavi"

## 8 SISTEMA CENTRALIZZATO DI CONTROLLO CON PLC

---

### 8.1 PREMESSA

Il sistema dovrà realizzare il monitoraggio, il controllo, la visualizzazione di allarmi, di record e di trend per tutti gli input/output assegnati al sistema, come descritti nel seguito.

Il sistema risponderà alle caratteristiche di un'architettura aperta basata su tecnologia standard, incluso il protocollo di comunicazione digitale HART.

Ogni processore del sistema dovrà essere un'unità configurabile, programmata con l'adozione delle più evolute applicazioni software per eseguire task specifici.

Ogni processore utilizzerà un set di periferiche dedicate per realizzare i task assegnati.

### 8.2 REQUISITI FUNZIONALI

#### 8.2.1 Qualificazione del Fornitore

Il Fornitore ed i suoi sub-fornitori dovranno avere un'esperienza consolidata di almeno due anni in progetti simili, sia come tipologia sia come dimensioni.

Il Fornitore dovrà essere in grado di fornire una lista di referenze che contenga la lista dei progetti eseguiti nel settore ecologia, con specificati gli indirizzi e nomi dei contatti per una possibile verifica.

#### 8.2.2 Specifiche di progetto

Le funzioni di controllo e di informazione dovranno essere distribuite tra tutte le stazioni indipendenti, direttamente connessi ad una rete ad alta velocità e con le seguenti caratteristiche:

- Ogni tipo di stazione dovrà essere configurabile, modificabile, soggetto a manutenzione o rimosso dalla rete senza che l'operazione influisca sulle altre stazioni.
- La perdita di dati è ammessa solamente qualora una stazione sia soggetto a manutenzione o rimosso dalla rete.
- Ogni stazione potrà essere collocata fisicamente in qualsiasi parte dell'impianto.
- Ogni funzionalità potrà essere espansa aggiungendo stazioni, senza che ciò influisca sulle stazioni operative.
- L'aggiornamento dei dati dovrà avvenire ad intervalli regolari, indipendentemente dalle condizioni di processo e dalle attività dell'operatore.
- Tutte le variabili di processo sono scansate onde verificare gli eventuali stati di allarme e per trasmettere in broadcasting i valori a tutti i monitor.
- Le comunicazioni sulla rete di processo dovranno essere trasparenti a tutti i livelli di utente. I dati dovranno essere disponibili per visualizzazione, calcolo e quando richiesto da programmi di controllo, senza riferimento alle stazioni di origine e senza che siano necessarie particolari procedure di richiamo.
- Tutti i dati di processo dovranno essere disponibili in una rete di informazione di tipo aperta.
- Questa rete avrà una velocità di 100 Megabit per secondo, dovrà essere fault tolerant ed utilizzerà standard industriale.

- Le funzioni di configurazione del software applicativo non influiranno sulle stazioni del sistema, ad eccezione delle operazioni di configurazione del controllore. Le funzioni di configurazione del software applicativo includono compilazione, utility, software gestionale e salvataggio tipicamente richieste per configurare ogni stazione del sistema.
- Come caratteristiche minime, la rete dovrà essere completamente compatibile con il protocollo Ethernet IEEE 802.3 e con il protocollo TCP/IP, con lo scopo di realizzare connessioni tra le stazioni ingegneria e operatore e le CPU.
- Le caratteristiche minime della rete includono connessione RS-485 per l'interfaccia tra il sistema ed il PLC, gli RTU ed altre realizzazioni di controllo dedicate.

### **8.3 ESPANDIBILITÀ**

Il sistema di controllo distribuito potrà essere ampliato oltre il sistema base aggiungendo stazioni alla rete.

L'aggiunta di stazioni e di nuove funzioni non condizionerà l'operatività delle funzioni, né provocherà il degrado delle prestazioni del sistema.

L'espansione potrà essere eseguita, su richiesta, per le seguenti possibilità:

- Aggiunta di input/output.
- Aggiunta di moduli I/O locali.
- Aggiunta di moduli I/O remoti.
- Aggiunta di PLC.
- Aggiunta di stazioni operatore ed ingegneria.
- Aggiunta di periferiche – stampanti, monitor, ecc.
- Aggiunta di loop di controllo.
- Aggiunta di controllo sequenziale con tabelle a matrice di sequenze o logica booleana.
- Aggiunta di funzioni di acquisizione dati come allarmi, logging, calcolo prestazioni, monitoraggio ambientale, visualizzazione in formato grafico, rapporti di sequenze o eventi e raccolta di dati storici.

Il Fornitore renderà note le limitazioni globali del sistema in termini di I/O totali, prestazioni in condizioni operative e numero di stazioni.

Il Fornitore assicurerà che le espansioni descritte in questo paragrafo dovranno essere implementate con hardware e software identico a quello utilizzato per il sistema di base in modo da garantire la totale compatibilità con il sistema pregresso.

### **8.4 AFFIDABILITÀ E DISPONIBILITÀ**

Il sistema di controllo di processo e gestione delle informazioni dovrà essere realizzato per operare all'interno di un impianto di depurazione delle acque reflue e dovrà garantire un alto livello di affidabilità. Inoltre saranno preferibili sistemi con componenti ad alta disponibilità.

Per questo, il Fornitore dovrà realizzare i seguenti obiettivi:

#### **8.4.1 Minimizzazione della frequenza dei guasti**

L'hardware dovrà essere realizzato con tecnologia allo stato dell'arte e installato con idonee protezioni per essere compatibile con l'ambiente di lavoro.

Il Fornitore verificherà le condizioni di temperatura e umidità limite compatibili con il sistema.

Le apparecchiature critiche dovranno essere realizzate in modo da accettare due alimentazioni elettriche indipendenti. .

Il Fornitore dovrà essere certificato in conformità alla norma ISO 9001 ed aver realizzato un programma esteso di assicurazione della qualità.

Il sistema realizzato dovrà pertanto essere rigorosamente testato secondo questa norma, inoltre nella sua proposta il Fornitore dovrà includere i dettagli riguardanti la certificazione ed il programma di qualità.

#### **8.4.2 Minimizzazione delle conseguenze dei guasti**

L'architettura di controllo distribuito che viene proposta dovrà garantire la minimizzazione delle conseguenze dei guasti.

Il sistema dovrà quindi essere progettato in modo che i guasti di una stazione non ricadano su altre stazioni del sistema.

#### **8.4.3 Minimizzazione della durata dei guasti**

La durata di ogni guasto dovrà essere minimizzata grazie alle potenzialità di diagnostica rapida del problema ed alla conseguente minimizzazione dei tempi richiesti per realizzare i rimedi.

Il sistema fornirà una rappresentazione grafica delle funzioni di diagnostica.

### **8.5 MANUTENIBILITÀ**

L'utilizzo di una tecnologia commerciale massimizzerà le possibilità di manutenzione del sistema.

Il Fornitore fornirà una lista delle schede, degli alimentatori e dei connettori utilizzati dal sistema.

I moduli I/O dovranno essere sostituibili senza escludere l'alimentazione.

Le procedure di manutenzione del sistema dovranno essere semplici, comprensibili e ben documentate.

Gli strumenti software necessari per mantenere, espandere, riconfigurare e ricaricare il sistema dovranno essere forniti come parte del software della stazione di sviluppo.

### **8.6 SICUREZZA**

Dovranno essere fornite metodologie per limitare l'accesso alle funzioni, a seconda del software installato nelle singole stazioni.

All'interno dei singoli moduli, le funzioni critiche quali inserimento di valore, modifica dello status, ecc. dovranno essere abilitate o disabilitate attraverso uno schema protetto che prevede l'identificazione con user e password.

La sicurezza dovrà essere definita nella configurazione di ogni stazione e, una volta abilitata, dovrà essere attiva fino ad una nuova modifica di configurazione.

La configurazione di ogni stazione dovrà essere eseguita dalla stazione ingegneria.

Ad ogni tentativo di accesso alle funzioni protette dovrà essere visualizzato un messaggio di errore.

## **8.7 DOCUMENTAZIONE**

Dovranno essere forniti quattro set di documentazione.

La documentazione includerà i risultati di tutti i test, inclusi i test presso il fornitore e di accettazione in situ.

Due set di documentazione operativa ed ingegneria dovranno essere forniti per l'intero sistema di controllo (hardware e software), incluse tutte le apparecchiature acquistate da fornitori terzi.

Ogni set di documentazione includerà tutti i manuali operativi e di manutenzione.

Una copia elettronica della documentazione operativa e di manutenzione dovrà essere acclusa al sistema.

## **8.8 VARIABILI DI PROCESSO**

### **8.8.1 Tipologie di Input e di Output**

Il sistema di controllo distribuito dovrà essere in grado di eseguire lo scanning e di processare le seguenti tipologie di input e di output dal controllore:

Input Digitali:

- Input Digitali Standard
- Sequenze di eventi
- Impulsi

Input analogici:

- Termocoppie
- RTD
- Milliampere DC
- Millivolt DC
- Volt DC

Output digitali:

- Uscite a transistor
- Uscite a relé

Interfacce seriali:

- Modbus RTU
- Modbus TCP/IP
- Ethernet
- Profinet
- Profibus

Le schede di A/O del DCS supporteranno l'alimentazione fino a 16 Vcc per:

- Trasmettitori Smart
- Digital Valve Controllers

## **8.9 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI**

Ogni variabile di processo dovrà essere definita con un'identificazione unica, costituita da 16 caratteri alfanumerici.

Tali dati consentiranno di identificare le variabili nei rapporti e nelle rappresentazioni grafiche.

## **8.10 FUNZIONI DI SCANSIONE**

I controllori di processo eseguiranno una scansione continua del processo e di tutti i punti descritti precedentemente.

Le informazioni dovranno essere convertite in unità ingegneristiche e salvate in memoria dove dovranno essere rese disponibili per ogni utilizzo, per la programmazione del sistema o per la trasmissione di dati del sistema.

Ogni valore dovrà essere accessibile richiamandolo con il nome della variabile di processo.

### **8.10.1 Input analogici convenzionali**

Tutti gli input analogici convenzionali dovranno essere scansionati con una frequenza minima di una scansione per secondo.

Gli input analogici devono essere convertiti dal controllore in unità ingegneristiche in ogni ciclo di scansione.

Ulteriori funzioni, quali conversioni quadratiche, esponenziali e logaritmiche, dovranno essere disponibili.

### **8.10.2 Input discreti convenzionali**

Tutti gli input discreti dovranno essere scansionati con una frequenza minima di una scansione per secondo; gli input utilizzati nelle logiche di controllo dovranno essere scansionati ogni ciclo di loop.

### **8.10.3 Sequenze di eventi**

Le modifiche di stato nelle sequenze di eventi dovranno essere registrate, correlate e salvate con una risoluzione tipica di un millisecondo ma negli altri casi può essere maggiore di 1 o 1,5 millisecondi. Ogni input di sequenza di eventi dovrà avere la possibilità di vedersi assegnato un ritardo per compensare le caratteristiche di ritardo della trasmissione o dello strumento di processo.

Per ogni input, l'ingegnere di processo avrà la possibilità di scegliere quale sequenza di eventi predisporre contatti aperti, chiusi o entrambi.

Le funzionalità delle sequenze di eventi dovranno essere integrate al sistema di controllo di processo e di gestione delle informazioni.



Gli input delle sequenze di eventi dovranno essere anche utilizzabili come qualsiasi altro input digitale (acquisizione dati, allarmi) senza la necessità di duplicare i cablaggi.

#### **8.10.4 Ingresso a impulsi**

Gli impulsi dovranno essere letti, convertiti in unità ingegneristiche e salvati periodicamente. La frequenza degli impulsi leggibile varierà tra 0 e 10 kHz.

#### **8.10.5 Valori calcolati**

I valori calcolati dovranno essere generati utilizzando programmi e configurazioni di controllo definite e dovranno essere trattati come variabili di processo indipendenti.

I calcoli dovranno essere eseguiti su base periodica oppure a richiesta oppure da un evento esterno. I valori calcolati dovranno essere processati dal sistema nello stesso modo che avviene con gli altri input di processo.

### **8.11 INTERFACCE DI COMUNICAZIONE**

#### **8.11.1 Caratteristiche**

##### **8.11.1.1 Bus di comunicazione**

Le interfacce di comunicazione dovranno essere basate su standard aperto. I controllori distribuiti dovranno essere interconnessi con Ethernet ad alta velocità.

##### **8.11.1.2 Processori di comunicazione**

Le interfacce di comunicazione saranno costituite da schede dedicate, per ciascuna stazione; ciò consentirà di gestire tutte le comunicazioni tra stazioni e la trasmissione dei dati.

Gli strumenti sulla rete dovranno essere connessi individualmente su ciascun concentratore o Switch Ethernet.

##### **8.11.1.3 Velocità di trasmissione**

La velocità nominale delle interfacce di comunicazione dovrà essere di almeno 100 Megabit per secondo, sufficiente per supportare tutte le esigenze di trasmissione in tutti i punti in ogni secondo.

##### **8.11.1.4 Protocolli di comunicazione**

Le comunicazioni di rete dovranno essere basate su standard Ethernet IEEE 802.3 attraverso protocollo TCP/IP e dovranno essere implementate con Switch.

Le comunicazioni sulla rete e la gestione dei database dovranno essere trasparenti per l'utente.

I software applicativi non richiederanno la conoscenza della configurazione del sistema o dei protocolli utilizzati per le comunicazioni.

Il software applicativo, per poter accedere alle informazioni delle variabili di processo, necessita solamente di identificare le variabili analogiche o digitali attraverso un ID.

Gli ID dovranno essere indipendenti dall'hardware.

#### **8.11.1.5 Affidabilità**

Un singolo guasto su una stazione non dovrà disabilitare nessuna parte della rete.

Dovrà essere fornita una funzione di verifica estensiva di errore sulla rete, in modo da assicurare che i messaggi ricevuti contengano le stesse informazioni di quando sono stati spediti e che nessun rumore o difetto di hardware causi errori.

L'auto diagnostica provocherà la disconnessione della stazione dal sistema una volta rilevato un errore irreparabile.

#### **8.11.1.6 Supporto fisico di rete**

La rete supporterà più tipologie di supporto fisico, inclusi doppi twistati (UTP) e cavi a fibra ottica.

I cablaggi dovranno essere selezionati sulla base delle specifiche dell'installazione ed includeranno separatori di nodi, EMI / RFI, ecc.

### **8.12 INPUT E OUTPUT DI PROCESSO**

#### **8.12.1 Caratteristiche generali**

Gli I/O e le terminazioni di processo dovranno essere costruiti con criteri di modularità, in modo da semplificare tutte le operazioni di manutenzione e di riparazione, e garantire la flessibilità ed espandibilità del sistema.

Ogni rack di I/O sarà in grado di ospitare sino a 8 schede selezionabili tra schede di I/O e schede di interfaccia per bus di campo.

Le schede I/O saranno sostituibili senza indurre lo spegnimento del sistema o errori nel controllo e senza rimuovere l'alimentazione.

Dovranno essere forniti alimentatori doppi per ogni rack di I/O, ciascuno in grado di accettare input AC o DC in un campo compreso tra 24 e 240 Volt.

La perdita di un singolo alimentatore non dovrà generare la perdita di nessun I/O, ma dovrà generare un allarme all'operatore.

#### **8.12.2 Sottosistema degli input analogici**

Il sistema di controllo di processo e di gestione delle informazioni dovrà essere interfacciato direttamente con tutti i tipi di segnali di impianto, incluse termocoppie, RTD, ecc.

Dovrà essere adottato il condizionamento del segnale negli armadi del sistema in tutti i casi in cui si renderà necessario.

Potranno essere accettati segnali con o senza messa a terra.

Dovrà essere garantita l'individuazione di termocoppie aperte: ogni termocoppia dovrà essere scansionata in ogni ciclo; termocoppie aperte genereranno un allarme.

La compensazione della giunzione a freddo dipende dall'input iniziale.

### **8.12.3 Input digitali**

Gli input di sequenze di eventi avranno una risoluzione di almeno 1 di millisecondo.

La risoluzione minima dell'intero sistema non dovrà essere superiore al millisecondo.

Le schede di input ad impulso dovranno essere in grado di accettare una frequenza nel range tra 0 e 10 kHz.

### **8.12.4 Input ed output remoti**

Il sistema di controllo supporterà gli input ed output remoti oltre agli I/O locali.

Gli I/O remoti avranno le stesse caratteristiche degli I/O locali in termini di precisione e tempo di risposta.

Tutte le schede descritte precedentemente per gli I/O locali dovranno essere disponibili per configurazione remota.

I sottosistemi I/O remoti dovranno essere progettati per operare, senza condizionamento di aria, in ambiente esterno con temperature fino a 60 °C ed umidità relativa compresa tra il 5 % ed il 95 %.

L'interfaccia tra stazione e I/O remoti dovrà essere realizzata in Profibus.

### **8.12.5 Interfacce I/O seriali**

Gli I/O includeranno la possibilità di interfaccia con strumenti di terze parti attraverso il modulo di interfaccia seriale; le porte dovranno essere RS 232 o RS 422 o RS 485 compatibili.

Il protocollo di comunicazione dovrà essere compatibile con trasmettitori intelligenti, PLC e RTU.

Il Fornitore dovrà fornire la lista dei protocolli di interfaccia disponibili.

## 9 IMPIANTO DI TERRA

### 9.1.1 Collettore (o nodo) di terra

In tutta l'area d'impianto, distribuiti secondo necessità, dovranno essere collegati dei collettori (o nodi) equipotenziali di terra al fine di collegare i conduttori di protezione al dispersore; essi dovranno essere eseguiti in materiale non ossidante, vale a dire con:

- acciaio zincato di sezione minima 150 mm<sup>2</sup>
- rame cadmiato di sezione minima 100 mm<sup>2</sup>

I collettori dovranno essere in grado di accettare come minimo, oltre ai due conduttori di terra, almeno altri 5 conduttori equipotenziali; essi dovranno essere montati ad un'altezza di 30 cm circa dal piano di lavoro ed in posizione facilmente accessibile sia su strutture in acciaio, sia su strutture in cemento armato.

### 9.1.2 Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione (PE) è prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale; esso dovrà essere comunque della seguente sezione minima:

se appartenente alla stessa conduttura o allo stesso fascio di cavi [  $S_p$  = sezione minima del conduttore di protezione, in mm<sup>2</sup> ] (CEI 64-8/5, art. 543.1.2):

sezione del conduttore "S" di fase  $\leq 16$  mm<sup>2</sup>  $S_p = S$

sezione del conduttore "S" di fase  $16 > S \leq 35$  mm<sup>2</sup>  $S_p = 16$  mm<sup>2</sup>

sezione del conduttore "S" di fase  $> 35$  mm<sup>2</sup>  $S_p = \frac{1}{2} S$

se non appartenente alla conduttura di alimentazione (CEI 64-8/5, art. 543.1.3):

2,5 mm<sup>2</sup> se provvisto di protezione meccanica

4 mm<sup>2</sup> se sprovvisto di protezione meccanica

In questo ultimo caso è necessario effettuare la verifica dell'idoneità ai fini del c.to c.to tramite la seguente formula (CEI 64-8/5, art. 543.1.1):

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}, \text{ dove}$$

$S_p$  sezione del conduttore di protezione

$I$  valore efficace della corrente di guasto (per un guasto di impedenza trascurabile)

$t$  tempo di intervento del dispositivo di protezione

$k$  fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalla temperatura iniziale e finale.

### 9.1.3 Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali, per il collegamento delle masse e delle masse estranee, dovranno essere con corda flessibile stagnata ed isolata con guaina di PVC di colore giallo/verde, con sezione pari a quanto stabilito dalle norme CEI 64-8 in vigore.

Non saranno ammessi conduttori diversi dal tipo FG17.

## 9.2 REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra dovrà comprendere il collegamento delle carcasse dei motori, dei tubi, canaline e guaine poste a protezione dei cavi elettrici, e delle strutture metalliche quali ponti, ringhiere, scale, grigliati.

Il collegamento delle masse metalliche deve essere realizzato mediante vite in acciaio inox, diametro non inferiore a 8 mm, filettato sulle stesse masse metalliche, e rondelle, oppure con foro passante (in questo caso munito anche di dado di serraggio).

Il collegamento dei tubi conduit dovrà essere realizzato tramite appositi collari a doppio corpo apribile, di cui uno munito di uno o due morsetti di serraggio del conduttore equipotenziale, muniti di linguetta di contatto.

La continuità metallica tra i vari tubi sarà considerata valida solo in presenza di raccordi filettati: il collegamento dei tubi conduit alle canaline in acciaio zincato non sarà ritenuto un collegamento equipotenziale.

Tutti i collegamenti delle strutture metalliche dovranno essere realizzati "a vista".

La connessione tra i vari conduttori di terra dovrà essere effettuata mediante morsetti a compressione la cui deformazione dovrà essere ottenuta da apposite prese idrauliche; nel punto di unione dovrà essere ripristinato l'isolante a mezzo di nastri auto agglomeranti.

Il sistema di connessione dovrà essere effettuato in modo tale che, agendo sui singoli dispersori, possa essere interrotto il collegamento principale con la rete di terra.

Per masse metalliche si dovranno intendere anche i basamenti in ferro dei motori elettrici. La messa a terra dei basamenti dovrà essere realizzata secondo una delle seguenti modalità:

per i motori con messa a terra effettuata con il quarto conduttore del cavo di alimentazione, dovrà essere ammesso cavallottare a mezzo conduttore giallo / verde in rame di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> il morsetto di terra, interno o esterno alla cassetta del motore, con una vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Sarà ammesso l'impiego di conduttori giallo/verde di sezione minima 6 mm<sup>2</sup> solo per cavallottare motori di piccola o piccolissima potenza. per motori alimentati con cavi a tre conduttori si dovrà collegare il conduttore di protezione da un estremo al collettore (o nodo) di terra e dall'altro estremo alla carcassa del motore (bullone esterno) e provvedere a cavallottare a mezzo conduttore giallo / verde in rame di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> il bullone esterno del motore con bullone saldato o vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Tutte le strutture metalliche dell'impianto dovranno essere interconnesse con la rete generale di terra in modo da avere uniformità di potenziale.

Se i fluidi trasportati potranno dare luogo a cariche elettrostatiche, la continuità elettrica delle tubazioni dovrà essere assicurata a mezzo di cavallotti equipotenziali tra le flange, realizzati a mezzo

di due apposite piastrine forate, in acciaio inox, saldate ad entrambi i tratti di tubo, collegati a mezzo di un cavallotto di sezione minima 16 mm<sup>2</sup>.

La messa a terra del rivestimento metallico dei cavi di II e III categoria nonché quelli di I categoria (limitatamente alla posa interrata), si dovrà effettuare collegando a terra il rivestimento metallico ad ogni estremità della linea in cavo.

### 9.3 COLLEGAMENTI DI TERRA DI COMPONENTI TIPICI

I conduttori di protezione per il collegamento delle masse delle singole apparecchiature al collettore generale di terra, o al dispersore devono essere costituiti da piatti o corde nude di rame, oppure da conduttori di rame isolati di colore giallo/verde e di caratteristiche come precisate in eventuali specifiche generali del Committente.

Essi devono essere, di norma, dimensionati come segue:

**Utenze derivate da quadri principali a 400 V, MCC, motori o utilizzatori a b.t. oltre 50 kW, quadri secondari di distribuzione luce, ecc.**

Un conduttore di rame sezione 70 mm<sup>2</sup>.

**Utenze derivate da quadri MCC, compresi quadri di potenza e utenze sottese da detti quadri, quali servomotori, valvole, motori c.a., dai quadri distribuzione c.c., prese FM**

Un conduttore di sezione uguale al conduttore di fase del cavo di alimentazione con un massimo di 70 mm<sup>2</sup> ed un minimo pari a:

sezione del conduttore di fase, se il conduttore di protezione è infilato nello stesso tubo;

6mm<sup>2</sup> , negli altri casi;

**Pressostati, termostati, livellostati e apparecchiature in genere di segnalazione; accessori impianti di illuminazione ( interruttori, apparecchi illuminanti, prese luce); cassette con morsettiere**

Un conduttore esterno nudo o isolato giallo/verde da 6 mm<sup>2</sup> oppure un conduttore isolato giallo/verde, posato nel tubo protettivo assieme al cavo di collegamento, di sezione pari a quella degli altri conduttori, con un minimo di 1,5 mm<sup>2</sup>.

**Passerelle porta cavi**

Non necessario

**Tubi porta cavi**

Non necessario

**Serbatoi metallici di diametro esterno minore di 16 m**

Due conduttori di rame collegati al dispersore in posizione diametralmente opposta di sezione 70 mm<sup>2</sup>.

**Serbatoi metallici di diametro esterno compreso tra 16 m e 30 m**

Tre conduttori di rame (collegati al dispersore a 120° l'uno dall'altro di sezione 70 mm<sup>2</sup>

**Serbatoi metallici di diametro maggiore di 30 m**

Quattro conduttori di rame (collegati al dispersore a 90° l'uno dall'altro) di sezione 70 mm<sup>2</sup>.

**Corpi metallici di dimensioni notevoli, (grossi componenti meccanici, macchinari non elettrici)**

Qualora non sia verificata alcuna delle condizioni sopra esposte che ne assicurino la continuità elettrica con le strutture principali devono essere collegati col collettore generale di terra o ad una sua estensione con un conduttore di rame di sezione 200 mm<sup>2</sup>

**Strutture metalliche principali di edifici (portali, colonne) escluso fronte sale macchine**

Due conduttori di rame di sezione 70 mm<sup>2</sup>

**Strutture metalliche principali (colonne fronte sale macchine)**

Due conduttori di rame di sezione 120 mm<sup>2</sup>

**Tubazioni metalliche di processo**

Devono essere collegate al collettore generale di terra in almeno un punto con un conduttore di rame di sezione 70 mm<sup>2</sup>.

Il collegamento mediante flange cavallottate con un conduttore di rame sezione 70 mm<sup>2</sup>, ad un corpo metallico (serbatoio, macchinario, ecc.) già collegato a terra permette di non dovere realizzare una ulteriore messa a terra.

Tubazioni con notevole sviluppo longitudinale devono essere collegate a terra in più punti, in modo che la distanza tra due collegamenti a terra successivi non sia superiore a 50 m.

Tubazioni contenenti sostanze che creano un pericolo di esplosione o di incendio, classificate come tali dalle norme CEI EN 60079-10 (CEI 31-30), se flangiate devono anche essere cavallottate in corrispondenza di ogni flangia;

**Rivestimenti metallici di isolamenti termici di grossi componenti o apparecchiature**

Devono essere collegati al collettore generale di terra, o sue estensioni, con un conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>, in almeno due punti diametralmente opposti;

**Rivestimenti metallici di isolamenti termici di tubazioni**

Devono essere collegati al collettore generale di terra, o sue estensioni, con un conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

I cavallotti devono essere realizzati con conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Se per necessità di installazione, conduttori di protezione costituiti da piatti o corde nude di rame devono attraversare solette o pareti, o essere posati nel terreno, essi devono essere posati, bloccandoli con miscela bituminosa, in tubi di PVC di tipo pesante.

Detti tubi devono sporgere di almeno 10 cm dalle solette o 5 cm dalla parete e, nel caso di posa nel terreno, qualora non possano essere conglobati nelle fondazione della parte da collegare a terra, essi devono sporgere almeno 10 cm. dalla sommità di un apposito massello in conglomerato cementizio di sezione circa 15 x 15 cm sporgente da l terreno circa 15 cm.

Un analogo massello di conglomerato cementizio deve essere realizzato anche a difesa di eventuali conduttori di protezione interrati costituiti da corde di rame isolate.

Per i soli piatti in alternativa al bloccaggio in tubi di PVC e previo accordo con il Committente, la protezione può essere realizzata con nastri catramati e/o guaine termoresistenti.

## **9.4 IMPIANTO INTEGRATIVO PER PROTEZIONI DA SOVRATENSIONI**

### **9.4.1 Generalità**

Quando il danno delle scariche laterali potrebbe dare luogo a situazioni di pericolo per le persone e causare danni alle cose è necessario un impianto di protezione integrativo.

In tal caso le masse estranee ed i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere andranno collegati direttamente o tramite idonei limitatori di tensione agli elementi strutturali dell'impianto di protezione base al fine di creare una perfetta equipotenzialità elettrica.

#### **9.4.2 Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche**

L'impianto di protezione integrativo contro le fulminazioni indirette è costituito da tutti i dispositivi, quali connessioni equipotenziali, limitatori di tensione, ecc., atti a contrastare gli effetti associati al passaggio della corrente del fulmine (tensioni di passo, tensioni indotte, sovra tensioni, ecc.) nell'impianto base o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Dovrà essere previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e fra questi e l'impianto di protezione base; inoltre dovranno essere previsti idonei sistemi coordinati di protezione da sovratensioni sul lato B.T. sia del quadro generale, sia dei quadri periferici nonché idonee protezioni su tutte le linee elettriche o segnaletiche o seriali entranti o uscenti dai vari manufatti.

#### **9.4.3 Considerazioni finali**

Particolare attenzione, per evitare che si formino tensioni di passo e di contatto pericolose, dovrà essere rivolta alla installazione del dispersore di terra che dovrà essere idoneo a disperdere correnti ad impulso di grande intensità generate dalla fulminazione; per ridurre al minimo il valore dell'impedenza ad impulso il dispersore verticale dovrà essere integrato con conduttori radiali della lunghezza di qualche metro.



## 10 SISTEMI DI COMUNICAZIONE

---

### 10.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il cablaggio dovrà essere conforme alle normative TIA/EIA 568B, ISO/IEC 11801 ed EN 50173; a tali normative si dovrà fare riferimento per quanto riguarda le norme di installazione, la topologia, i mezzi trasmissivi, le tecniche di identificazione dei cavi, la documentazione e le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati.

### 10.2 BRETELLE DI PERMUTAZIONE IN RAME

Le bretelle di permutazione e raccordo agli apparati attivi dovranno essere scelte di lunghezza adeguata a garantire un'organizzazione ordinata dell'armadio di permutazione e comunque avere lunghezza minima 1 m.

La bretella dovrà essere costituita da un cavo in rame a 4 coppie UTP con impedenza caratteristica 100 Ohm, in rame a filamenti (trefoli) 24-AWG e rispondente alla Categoria 6.

La guaina di protezione dovrà essere a bassa emissione di gas tossico-nocivi (LSZH).

La tecnologia utilizzata dal costruttore del sistema passivo deve permettere l'ottimizzazione dell'attestazione del cavo di patch sul plug, mantenendo separate le coppie fino al punto di attestazione e riducendo al minimo l'effetto della diafonia tra le coppie, così da rispettare, per i componenti in Categoria 6, le specifiche richieste dello standard EIA/TIA 568-B.2-1.

Inoltre, per ottimizzare le prestazioni di Channel, è necessario che la bretella sia realizzata con plug aventi i pin disposti su 2 file.

Le bretelle di permutazione dovranno essere testate da laboratori terze parti e rispondere alle IEC Patch Cord Standard 61935-2.

### 10.3 SISTEMI DI CANALIZZAZIONE

Per la posa dei cavi si dovranno sfruttare le canalizzazioni esistenti e, dove non presenti, ne dovranno essere realizzate di nuove in posizioni precise, nel pieno rispetto dei vincoli progettuali e architettonici degli edifici interessati.

Per quanto attiene le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno essere utilizzati prodotti di primarie case costruttrici con sistema di qualità certificato ISO 9000.

Tutti i materiali utilizzati dovranno essere dotati di marchio IMQ (Istituto Italiano Marchio di Qualità), di cui dovrà essere allegata certificazione nella documentazione tecnica, e comunque dovranno essere rispondenti per tipologia d'impiego alle Normative CEI.

Per la realizzazione di nuovi sistemi di canalizzazioni, potranno essere utilizzate diverse soluzioni a seconda dell'impiego:

Canalizzazioni di dorsale o sospese: si tratta delle canalizzazioni di tipo metallico chiuse nei tratti orizzontali e forate in quelli verticali per consentire la possibilità di ancorare i cavi mediante fascette per evitarne lo stiramento;

Canalizzazioni di distribuzione ai piani: si tratta delle canalizzazioni che distribuiscono i cavi lungo i corridoi dei vari piani da servire, in partenza dai locali tecnici; queste saranno metalliche chiuse dello stesso produttore di quelle verticali o in PVC a seconda delle esigenze e dei vincoli architettonici.

Raccordi verso le postazioni di lavoro (PDL): si tratta di canaline / tubi le cui dimensioni dovranno essere calcolate in funzione del numero di cavi in esse posate, tenendo conto che dovrà essere lasciato un ulteriore spazio disponibile non inferiore al 30% della sezione totale della canalizzazione. Il raccordo andrà a terminare una scatola a parete da esterno a passo 503 (76 mm x 119 mm x 51 mm).

La posa in opera si deve intendere comprensiva di opere murarie di finitura e di ogni accorgimento in modo tale che l'opera di installazione sia fatta a regola d'arte.

#### **10.4 MODALITÀ D'INSTALLAZIONE E CERTIFICAZIONE DEL CABLAGGIO**

Le attività di installazione e posa in opera, identificazione degli elementi del sistema di cablaggio strutturato e certificazione dello stesso dovranno rispettare le seguenti specifiche:

L'installazione del sistema di cablaggio dovrà rispettare le norme d'installazione contenute negli standard di riferimento e le specifiche d'installazione del produttore.

Dovrà rispettare i parametri di installazione specifici di prodotto relativi a tensioni massime di tiro dei cavi UTP e dorsali ottiche, raggi di curvatura minimi, distanze di sguainatura e sbinatura dei cavi UTP, lunghezza scorte dei cavi UTP e dei cavi di dorsale.

Dovrà anche definire un idoneo sistema identificazione e registrazione di tutti i componenti che comprendono il sistema di cablaggio.

Ciascun elemento del cablaggio dovrà essere facilmente identificabile; si dovrà utilizzare un unico identificatore, sia per ogni cavo, sia per armadio, sia per locale tecnico, sia per punti di terminazione del cablaggio.

Al fine di verificare la corretta installazione delle componenti del cablaggio, di dorsale e orizzontale, e la rispondenza agli standard di riferimento TIA/EIA 568B e/o ISO/IEC 11801, il fornitore dovrà definire:

- i test di conformità da eseguire,
- le modalità di esecuzione degli stessi,
- la tipologia di strumenti utilizzata,
- la calibratura dello strumento secondo ISO 9001
- il livello di accuratezza delle misure, l'organizzazione e la presentazione dei risultati.

## 11 TERMINOLOGIE

---

### 11.1 TERMINOLOGIE CONTRATTUALI

I seguenti termini ed espressioni, utilizzati nel presente capitolato, hanno i significati sotto indicati:

- |   |   |
|---|---|
| - <i>Committente o Amministrazione</i>  | <i>Acqua Novara VCO</i>   |
| - <i>Rappresentante del Committente</i> | <i>Direzione lavori (DL) o persona che opera su incarico del Committente</i>                |
| - <i>Appaltatore</i>                    | <i>Impresa aggiudicataria</i>   |
| - <i>Gestore dell'impianto</i>          | <i>Committente o Amministrazione o organizzazione che opera su incarico del committente</i> |
| - <i>Opere</i>                          | <i>Le attività e prestazioni oggetto dell'appalto</i>                                       |
| - <i>Offerente o Concorrente</i>        | <i>Ogni Impresa partecipante alla gara.</i>   |

### 11.2 TERMINOLOGIE TECNICHE

**Componente** - S'intende un elemento singolo (macchina, apparecchiatura o materiale) adatta a svolgere una funzione nell'ambito di un processo complesso. Il componente può essere identificato come l'insieme funzionale specifico nell'ambito della fornitura a cui è riferito.

**Apparecchiatura** - S'intende un insieme, più o meno complesso, di dispositivi funzionalmente assemblati, che forniscono un servizio specifico nell'ambito di un componente.

**Dispositivo** - S'intende un elemento con una specifica funzionalità, semplice o complessa, singolarmente identificabile all'interno di un componente o apparecchiatura. Il dispositivo necessita dell'assemblaggio elettrico o meccanico con altri elementi per poter svolgere una funzione compiuta all'interno del componente stesso.

**Utense in campo** - Sono i dispositivi elettrici di processo, posti al di fuori delle sale quadri o sale di controllo, attuati direttamente dalle alimentazioni del quadro di competenza.

#### 11.2.1 Terminologie della parte elettrica

La terminologia relativa alla parte elettrica adottata nei vari documenti contrattuali dovrà essere intesa come qui di seguito riportato:

**Supporto** - Staffe, zanche, tubo, profilato di ferro, tasselli e simili, di dimensioni piccole, adatte a realizzare un appoggio cui possono essere ancorati solidamente strumenti di misura, regolatori, tubi, cavi, cassette di giunzione, ecc.

**Supporto esistente** - S'intende un appoggio disponibile (strutture metalliche, terreno livellato, strutture prefabbricate, superfici metalliche ecc.) su cui possono essere ancorate parti di un impianto senza interposizione di opere accessorie.

**Supporto artificiale** - S'intende l'opera necessaria (colonnine, telai in profilato di ferro, portali, mensole d'acciaio, ecc.) per fissare l'apparecchiatura quando non è disponibile un "supporto esistente" o se disponibile, questo non è ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

**Passerelle** - Strutture realizzate con profilati di ferro imbullonati e/o saldati tra loro oppure miste con profilati e lamiere forate o lisce, aventi lo scopo di sostenere i tubetti secondari singoli ed i cavi multipli, le linee per i collegamenti primari, cavi elettrici, ecc.; si rammenta che con le dizioni "passerella verticale" oppure "orizzontale" si deve intendere il piano d'appoggio dei tubi.

**Livello del piano d'installazione** - S'intende la quota rispetto al terreno, alla quale possono essere installate parti dell'impianto e/o apparecchiature.

**Livello del piano di lavoro** - S'intende la quota rispetto al terreno, e piano sul quale il personale e le relative attrezzature possono poggiare; dove richiesto, il piano di lavoro provvisorio (come impalcature, ponteggi vari, ecc.) necessari per eseguire i lavori d'installazione di parti dell'impianto o di apparecchiature, sarà a carico dell'Installatore, il quale sarà tenuto a provvedere anche ad eventuali prestazioni di scale a mano o di altro tipo, che consentano l'accesso al piano di lavoro.

## 12 NORMATIVE APPLICABILI

---

### 12.1 LEGGI E NORME

Oltre alle normative riportate nella documentazione relativa ad ogni singolo sistema, gli impianti dovranno essere rispondenti a tutte le norme vigenti; tutti gli oneri derivanti dall'ottemperanza a dette norme saranno a carico dell'Appaltatore.

La progettazione e l'installazione saranno conformi, fin quanto applicabili, alla presente descrizione e alle ultime edizioni delle norme, codici, direttive, standard e specifiche internazionali, europee e nazionali, se non modificati, emendati o esclusi da altri documenti.

Le norme pertinenti sono quelle vigenti in Italia.

#### 12.1.1 Norme

In mancanza di normativa italiana (UNI) ufficiale, saranno seguite le norme sotto elencate.

CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
EN	European Norm
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electro technical Commission
ASTM	American Society for Testing and Materials
FEM	Fédération Européenne de la Manutention (Carroponte)
ISA	Instrument Society of America
DIN	Deutsches Institut für Normung
BS	British Standard
CEMEP	European Committee of Manufactures of Electrical and Power Electronics
CEN	Comitato Europeo di Normalizzazione
CENELEC	Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage

Altre norme divergenti da quelle elencate sopra possono essere applicate nel caso in cui le norme citate non trovino applicazione (p. es.: norme sugli attacchi strumenti NPT, attacchi RJ, etc.).

Per forniture di provenienza estera, il fornitore specificherà le norme vigenti nei paesi di origine alle quali l'apparecchiatura è conforme.

### 12.1.2 Direttive e linee guida

Le direttive e le linee guida sotto elencate saranno da seguire da parte dell'Appaltatore:

PED	Pressure Equipment Directive (Druckgeräte-Richtlinie)
94/9/CE (ATEX)	Atmosfere Esplosive
I.S.P.E.L.S.	Linee guida

### 12.1.3 Leggi

In linea generale l'appaltatore è tenuto al rispetto delle leggi e regolamenti vigenti e in particolare di quelli sotto indicati.

- l.p. 17/06/1998 n. 6 e successive modificazioni Norme per l'appalto e l'esecuzione di lavori pubblici.
- d.p.p. 05/07/2001 n. 41 regolamento per l'appalto e l'esecuzione di lavori pubblici.
- l.p. 06/09/1973 n. 61 norme per la tutela del suolo da inquinamenti e per la disciplina della raccolta, trasporto e smaltimento dei rifiuti solidi e semisolidi.
- d.p.p. 26/09/2005 n. 45 norme tecniche per le discariche di rifiuti.
- d.p.g.p. 28/06/1997 n. 30 Norme per la tutela del suolo da inquinamenti e per la disciplina della raccolta, trasporto e smaltimento dei rifiuti solidi e semisolidi d.p.g.p. 14/07/1999 n. 39 Regolamento relativo al trasporto di rifiuti.
- d.p.g.p. 16/12/1999 Regolamento relativo al recupero di materiali da costruzione e demolizione e per la qualità dei materiali edili riciclati.
- l.p. 16/03/2000 n. 8 Norme per la tutela della qualità dell'aria.
- d.p.p. 31/03/2003 n. 7 Regolamento sulla qualità dell'aria.
- l.p. 20/11/1978 n. 66 Provvedimenti contro l'inquinamento prodotto da rumore.
- d.p.g.p. 06/03/1989 n. 4 Regolamento della l.p. 20/11/1978 n. 66.
- l.p. 04/06/1973 n. 12 Provvedimenti contro l'inquinamento dell'aria in ambiente aperto e in edifici chiusi e locali di lavoro.
- d.p.g.p. 17/01/1977 n. 1 regolamento della l.p. 04/06/1973 n. 12.
- legge n. 186/1968.
- legge 808 del 07/12/94 e successive modifiche.
- dpr 577 del 1982 e successiva modifica d.lgs 626/94 Norma Europea chiamata "Direttiva Macchine" recepita in Italia con il dpr 459 del 24 luglio 1996 e successivi aggiornamenti.

## 12.2 PRIORITÀ DEI DOCUMENTI

La priorità dei documenti facenti parti del contratto è descritta nell'allegato 1 del capitolato speciale d'appalto, parte prima.

L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

### **12.3 MARCHI REGISTRATI**

I marchi sono registrati dal rispettivo produttore / fornitore / ente.

### **12.4 UNITÀ DI MISURA**

Le unità di misura utilizzate per tutti gli elaborati tecnici saranno in accordo al sistema metrico internazionale (SI), secondo CNR-UNI 10003-74.

## 13 OPERE E LIMITI

---

### 13.1 OPERE

Tutte le lavorazioni e le forniture sono dettagliatamente descritte nell'elenco prestazioni testo esteso.

### 13.2 ULTERIORI PRESTAZIONI A CARICO DELL'APPALTATORE

Oltre agli oneri e gli obblighi di cui al capitolato speciale d'appalto parte prima, in particolare quelli riportati agli art. 25, art. 17, art. 8, al presente capitolato speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono.

L'Appaltatore sarà responsabile nei confronti del Committente dell'osservanza degli obblighi specificati nei punti sotto riportati anche da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il Contratto collettivo non disciplini l'ipotesi di subappalto; il fatto che il subappalto sia stato autorizzato non esime l'Appaltatore dalla suddetta responsabilità e ciò senza pregiudizio degli altri diritti del Committente.

#### 13.2.1 Obblighi a carico dell'Appaltatore riguardanti la misurazione dei lavori

L'Appaltatore è obbligato:

- *ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato, non si presenti*
- *a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostigli dal direttore dei lavori, subito dopo la firma degli stessi da parte di quest'ultimo*
- *a consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal capitolato speciale d'appalto e ordinate dal direttore dei lavori che per la loro natura si giustificano mediante fattura*
- *a consegnare al direttore dei lavori le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia, nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal direttore dei lavori.*

#### 13.2.2 Cartello di cantiere

L'Appaltatore deve predisporre ed esporre in sito un cartello indicatore di dimensioni adeguate (almeno 300 cm di base e 250 di altezza), recanti le descrizioni di cui al capitolato speciale d'appalto, parte prima art. 25, comma 3.1.a.

#### 13.2.3 Spese contrattuali, imposte, tasse

Sono a carico dell'Appaltatore senza diritto di rivalsa:

- *le spese contrattuali;*
- *le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;*
- *le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica ecc.) direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori;*
- *le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto.*

Sono altresì a carico dell'Appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo.



A carico dell'Appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente, gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.

Il presente contratto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente capitolato speciale d'appalto si intendono I.V.A. esclusa. Le disposizioni particolari per il debitore dell'I.V.A sono riportate nel capitolato speciale d'appalto, parte prima, art. 22, comma 8.

### **13.2.4 Ulteriori oneri e obblighi a carico dell'appaltatore**

Sono inoltre a carico dell'Appaltatore:

- *Le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;*
- *L'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;*
- *Le spese per la riparazione di eventuali guasti che da propri operai o mezzi o dalla non corretta esecuzione, fossero arrecati a opere, condutture, cavi sotterranei e aerei, anche se evidenziatisi a opere ultimate, fino allo scadere del periodo di garanzia, salvo quanto stabilito dal Codice Civile per ciò che riguarda i vizi occulti, nonché il risarcimento dei danni che tali guasti potessero causare, sollevando la committente da ogni addebito. Per tutti i pezzi / impianti / sistemi modificati o riparati a causa di quanto sopra il periodo di garanzia ripartirà dalla data della completa riparazione.*
- *L'esecuzione delle prove di qualifica dei procedimenti di saldatura e dei saldatori, dei procedimenti per l'esecuzione di controlli e prove, inclusa la qualifica degli operatori, secondo le vigenti leggi e le più recenti normative.*

## **13.3 MATERIALI**

### **13.3.1 Materiali di consumo**

La fornitura comprende tutti i materiali di consumo che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature; qui di seguito indicati a titolo indicativo e non esaustivo:

- *Bombole di acetilene, ossigeno; carbone; carburo*
- *Elettrodi e materiale d'apporto in genere (castolin, stagno, ecc.)*
- *Paste deossidanti*
- *Combustibili (per es.:gas liquido, benzina; nafta per lampade o altre prestazioni)*
- *Materiale di consumo (per es. nastro di teflon; pick-up; minio; talco; stracci; miscela "chico" per bloccaggi raccordi antideflagranti)*
- *Reggette e spago per legature provvisorie cavi e tubi*

I materiali di consumo non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza è intesa compresa nella voce principale cui si riferiscono.

### **13.3.2 Materiali accessori di montaggio**

La fornitura comprende tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non esaustivo: supporti; tasselli; staffette; zanche in profilato di ferro; collari di ferro piatto e gaffette di fusione o in profilato; chiodi a sparo; viti; dadi e bulloni; nastro metallico rivestito in PVC; targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione; pick; nastro di teflon; nastri di gomma, di neoprene, ecc.; nastri tipo scotch; nastri e tubetti sterlingati; morsetti concentrici; capicorda a compressione; treccia flessibile per la messa a terra delle armature; staffe; zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi.

I materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza è intesa compresa nella voce principale cui si riferiscono.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie; pinze; cacciavite; morse; forge; filiere; banchi di lavoro; pennelli; spruzzatori; saldatrici; secchi; recipienti; attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.). Esclusi sono quindi soltanto i mezzi d'opera, i macchinari, il legname ed in genere gli impianti e le installazioni il cui uso è collettivo e generale.

### **13.4 ALTRE OPERE**

Sono comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- *Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio*
- *Pulizia generale del cantiere*
- *Eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro*
- *Esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti*
- *Trasporto*
- *Il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.*
- *Risarcimento al Committente per spese che lo stesso sosterrà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature ad opere già eseguite (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa, alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate).*
- *Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiate sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo.*
- *Allineamento e taratura degli strumenti anche se installati da altri.*
- *Esecuzione di tutti i collaudi e delle prove di funzionamento comprensivo l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie di fornitura dell'Installatore.*
- *Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato del Committente.*
- *L'Impresa è tenuta a demolire e ricostruire a sue spese qualsiasi opera mal posizionata rispetto a quanto indicato nel presente Capitolato, documentazione tecnica e/o sui disegni.*

## 14 CAPO PROGETTO DELL'APPALTATORE

---

L'Appaltatore nominerà un suo rappresentante responsabile e competente, che rimarrà a disposizione per tutta la gestione del contratto. Gli obblighi e oneri relativi a carico dell'Appaltatore e del suo rappresentante sono descritti nel capitolato speciale d'appalto, parte prima, art. 4.

Le seguenti attività fanno parte dei compiti svolti dal di capo progetto:

- *Rappresentanza dell'Appaltatore nei confronti del Committente per tutte le incombenze inerenti le opere di contratto*
- *Controllo e garanzia che le prestazioni fornite siano conformi alle specifiche contrattuali*
- *Realizzazione e controllo della struttura organizzativa per la realizzazione dell'opera*
- *Regolare informazione sulla progressione delle opere*
- *Controllo dei tempi e dei costi.*

## 15 SISTEMA QUALITÀ E CERTIFICATI

---

L'Appaltatore dovrà usare e mantenere in vigore sino all'accettazione della fornitura un sistema di qualità sulla base UNI EN ISO 9001, 9002 e 9003 per tutte le forniture (apparecchi, materiali, servizi ecc.) che ricadono in questa specifica, relative alle fasi di:

- *progettazione*
- *approvvigionamento dei materiali*
- *fabbricazione e costruzione presso le proprie officine o presso terzi, e assicurazione della rispondenza ai requisiti contrattuali*
- *montaggio*
- *messa in servizio*
- *istruzione del personale.*

Il sistema di qualità dovrà tenere conto di prevenire e rilevare ogni eventuale discordanza ed di prevedere un'efficace e tempestiva azione correttiva.

### 15.1 MANUALE DELLA QUALITÀ

Con il manuale della qualità l'Appaltatore documenta e precisa i criteri e le modalità del sistema qualità. Il manuale della qualità e le procedure applicative devono precisare come sia garantito che vengano seguite tutte quelle misure volte ad assicurare la necessaria affidabilità del prodotto e dell'impianto, e la piena rispondenza delle stesse alle prescrizioni del Committente.

Il manuale della qualità deve inoltre definire le modalità di trasferimento dei criteri del sistema qualità dall'Appaltatore ai sub fornitori, specificando eventualmente per quali forniture è richiesto che il sub fornitore stesso operi in sistema qualità.

### 15.2 PIANO DI CONTROLLO QUALITÀ

Entro 3 mesi dall'assegnazione dell'Appalto, l'Appaltatore sottoporrà al Committente per approvazione il Piano di Controllo Qualità, dove sarà evidenziato un programma dettagliato delle prove su materiali ed apparecchiature per i quali è previsto un collaudo presso le proprie officine o quelle dei sub fornitori.

In fase di Offerta l'Offerente dovrà fornire un elenco sufficientemente dettagliato delle apparecchiature/materiali suddivise per zone d'impianto, che saranno soggette a prove e collaudi e che saranno oggetto del piano di controllo qualità.

Il Committente avrà diritto, ogni volta che lo giudicasse necessario, ad ispezionare ed esaminare la fabbricazione ed il montaggio di parti della fornitura nelle officine dell'Appaltatore ed in cantiere, così pure ad assistere alle relative prove dei materiali e dei macchinari.

Nel caso in cui tali parti della fornitura siano in corso di fabbricazione in officine di terzi, l'Appaltatore procurerà i permessi necessari affinché il Committente possa ispezionare ed esaminare i materiali e presenziare alle prove, come se detti materiali si trovassero nelle officine dell'Appaltatore.

L'Appaltatore notificherà per iscritto al Committente a mezzo mail o telefax, con almeno 12 giorni di anticipo, salvo conferma definitiva almeno tre giorni prima, la data ed il luogo in cui qualsivoglia componente la fornitura sarà sottoposta alle prove previste.

Nessun macchinario o apparecchiatura, per i quali sia prevista la prova in fabbrica, potrà essere spedito senza l'approvazione del Committente, a meno che il Committente non abbia comunicato

preventivamente per iscritto, a mezzo telex o telegramma, la sua intenzione di non presenziare alle prove o non si sia presentato alla data definita per le prove stesse.

Gli oneri e gli obblighi dell'Appaltatore concernente l'esecuzione di esami e di prove e documentazione delle opere in corso sono riportati nel capitolato speciale d'appalto, parte prima, Art. 25, comma 1.1.

### **15.3 PIANO DELLA QUALITÀ**

Il Piano della Qualità, che dovrà essere preparato dopo l'assegnazione dell'appalto, deve precisare come il sistema qualità venga reso operativo all'interno dell'azienda dell'Appaltatore per soddisfare i requisiti contrattuali e le esigenze aziendali in tutte le attività che influenzano la qualità dell'appalto stesso.

Entro 3 mesi dall'assegnazione dell'Appalto, l'Appaltatore sottoporrà al Committente per approvazione in triplice copia un piano della qualità per tutte le forniture, completo di tutti i riferimenti alle procedure di controllo, all'approvvigionamento dei materiali, alla costruzione in officina ed al montaggio.

Il piano della qualità potrà far riferimento ad altri documenti (per esempio al manuale della qualità e/o a procedure interne) per indicare gli elementi organizzativi e le modalità operative da seguire, integrandoli per quanto può essere necessario ai fini dell'appalto specifico.

Il piano della qualità deve anche fornire informazioni circa controlli e collaudi relativi a sub forniture / subappalti. Può essere necessario che anche subfornitori o subappaltatori producano propri piani della qualità o piani di controllo qualità per le parti di loro competenza.

Il piano della qualità, direttamente o con i documenti cui fa riferimento, deve:

- *indicare la struttura organizzativa aziendale operante per l'appalto, precisando funzioni e responsabilità del personale "chiave";*
- *elencare le attività significative ai fini della qualità tenendo conto delle sequenze logiche necessarie*
- *elencare le fasi di verifica e controllo, indicando per ciascuna di esse i requisiti da soddisfare (come clausole o documenti contrattuali)*
- *le modalità da seguire (facendo riferimento a procedure, norme, specifiche)*
- *gli elaborati da produrre (disegni, verbali, certificati, indicando la modulistica relativa)*
- *nonché l'eventuale coinvolgimento di enti esterni (es.: approvazioni, presenza ai collaudi, ecc.);*
- *correlarsi con la programmazione temporale delle attività considerate*
- *definire le modalità da seguire per eventuali revisioni e modifiche del Piano della qualità.*

## 16 DOCUMENTAZIONE TECNICA

---

### 16.1 STANDARD DEI DOCUMENTI

#### 16.1.1 Lingue ufficiali

Nella stesura della documentazione l'Appaltatore potrà usare la lingua italiana.

#### 16.1.2 Piano di consegna dei documenti

Entro 2 settimane dalla firma del contratto, l'Appaltatore dovrà consegnare un piano di consegna dei documenti elaborato in accordo con il Committente.

Il piano di consegna dei documenti dovrà contenere almeno le informazioni seguenti:

- *Nome del documento*
- *Data di consegna del documento (provvisoria / definitiva).*

#### 16.1.3 Qualità dei documenti e disegni

Tutti i documenti, i disegni, la letteratura, ecc., dovranno essere prodotti in formato A0, A1, A2, A3 ed A4 secondo la norma UNI EN ISO 5457 (Documentazione tecnica di prodotto - Formati e disposizione degli elementi grafici dei fogli da disegno).

La piegature di tavole e disegni viene svolta secondo la norma UNI EN ISO 5457.

Salvo indicazione contraria, sia nella descrizione del materiale, sia nella specifica, tutte le unità di misura dovranno essere espresse secondo il Sistema Internazionale d'unità (SI).

Le copie dovranno essere chiaramente leggibili, anche per quanto riguarda la presenza di eventuali immagini.

Le scale di rappresentazione e il dettaglio dei disegni e della documentazione in generale saranno concordati e, comunque, saranno tali e idonei da permettere una corretta conduzione e manutenzione degli impianti.

#### 16.1.4 Codifica documenti

Prima dell'inizio della progettazione esecutiva di dettaglio da parte dell'Appaltatore, verrà definito dallo stesso in accordo con il Committente, un appropriato sistema di codifica dei documenti.

## 16.2 DOCUMENTI D'INGEGNERIA

La documentazione esecutiva allegata dal committente al bando serve all'offerente quale base per l'elaborazione della sua offerta. Tale documentazione non può essere considerata esecutiva a tutti gli effetti per gli impianti di processo e per i relativi impianti elettrici, avendo essi caratteristiche proprie in funzione delle tecnologie e delle soluzioni proprie dell'offerente. Da ciò ne deriva che l'appaltatore dovrà rielaborare la documentazione esecutiva-costruttiva adeguandola alle apparecchiature da lui fornite. Questo vale anche per tutte le opere elettriche, di misurazione e di automazione relative agli impianti di processo nonché per tutte le interfacce fra gli impianti di processo, le opere edili e gli impianti meccanici.

Tutti i documenti tecnici necessari per la costruzione, fabbricazione, fornitura, consegna, montaggio e la messa in esercizio dell'impianto, dovranno dunque essere elaborati a cura dell'appaltatore in modo dettagliato e secondo le regole di buona ingegneria e sottoposti al direttore lavori per approvazione.

In caso di necessità il committente potrà richiedere un'ulteriore documentazione integrativa.

L'appaltatore è ritenuto l'unico responsabile della correttezza dei documenti elaborati.

### 16.2.1 Approvazione dei documenti

I documenti riguardanti la progettazione, la costruzione, l'installazione e il funzionamento dell'impianto dovranno essere approntati dall'Appaltatore in tempo utile per permettere sia l'approvazione del Committente, sia la costruzione dell'impianto entro i tempi prestabiliti.

In linea di massima tale termine di "tempo utile", da verificare dopo la data di consegna, è fissato in 15 giorni.

La documentazione da sottoporre ad esame dovrà essere presentata in triplice copia cartacea, e su richiesta anche in formato elettronico.

Qualora sia rilasciato il "nulla osta all'esecuzione" sulla base di quanto esaminato (con o senza eventuali osservazioni, istruzioni, ecc.), le annotazioni di benestare (data, luogo del rilascio, osservazioni, cambiamenti) dovranno essere annotate sugli originali in un punto bene in vista al di sopra dell'intestazione.

Non è meritevole di approvazione il documento:

- *che si discosti dalla progettazione esecutiva in modo da compromettere, anche parzialmente, le finalità dell'intervento, il suo costo o altri elementi significativi dello stesso progetto esecutivo;*
- *che sia in contrasto con norme di legge o di regolamento in materia edilizia, urbanistica, di sicurezza, igienico sanitaria, superamento delle barriere architettoniche o altre norme speciali;*
- *che sia redatto in violazione di norme tecniche di settore, con particolare riguardo alle parti in sottosuolo, alle parti strutturali e a quelle impiantistiche;*
- *che, secondo le normali cognizioni tecniche dei titolari dei servizi di ingegneria e architettura, non illustri compiutamente i lavori da eseguire o li illustri in modo non idoneo alla loro immediata esecuzione;*
- *nel quale si riscontrino errori od omissioni progettuali;*
- *che, in ogni altro caso, comporti una sua attuazione in forma diversa o in tempi diversi rispetto a quanto previsto dalla progettazione esecutiva.*

In accordo con l'art. 30, comma 2 del capitolato speciale, parte prima, l'approvazione della documentazione dell'Appaltatore da parte del Committente non solleva quest'ultimo dal proprio responsabilità ed obbligo di garanzia. Viene inoltre ribadito che i lavori verranno eseguiti esclusivamente sulla base della documentazione che avrà ottenuto l'approvazione dalla Direzione Lavori e/o del Committente.

## 16.2.2 Documenti di conformità

### 16.2.2.1 Generale

L'Appaltatore deve dimostrare, che l'impianto realizzato rispetta la totalità delle normative vigenti. L'Appaltatore deve inoltre garantire che le componenti fornite secondo il marchio CE, siano conformi alla "Direttiva Macchine" 98/37/EG. I documenti di certificazione sono parte integrante della documentazione finale (= Parte C della documentazione finale).

In accordo con l'art. 25, comma 9.1.1 del capitolato speciale, parte prima, l'Appaltatore è tenuto a fornire per ciascuna delle componenti installate all'interno di macchinari di maggior complessità, oppure che unitamente ad altre componenti costituiscono un'installazione più complessa, una dichiarazione di conformità dal singolo fornitore.

### 16.2.2.2 Certificati per le forniture elettriche

Le forniture elettriche sono da corredare con i documenti seguenti:

- certificazioni
- omologazioni
- licenze richieste

Al termine dei lavori, e prima del collaudo delle opere, dovrà essere presentato un documento (in originale più tante copie quante ne chiede il contratto) contenente tutti i certificati di collaudo di seguito indicati, che dovrà essere inserito in copia nella documentazione finale:

Fornitura	Documenti da allegare
Tutti i quadri di bassa tensione, compresi i quadretti di distribuzione luce e prese, i quadretti a bordo macchina e le cassette di comando locale	Certificato di collaudo, eseguito secondo quanto indicato nelle norme 17-13/1
Tutti i trasformatori ausiliari di isolamento e/o di sicurezza	Certificati di collaudo in fabbrica
Tutti gli interruttori di tipo aperto e di tipo scatolato oltre i 260 A dei quadri	Certificati di collaudo in fabbrica
Tutti i trasformatori TA e TV	Certificati di collaudo in fabbrica
Tutti i cavi	Certificati di collaudo richiesti
Tutti gli strumenti di misura	Certificati di collaudo e bollettino di taratura
Tutte le apparecchiature installate nelle aree classificate	Certificato di conformità ATEX



Gli elenchi di cui sopra sono da ritenersi non esaustivi e puramente indicativi; dovranno quindi essere presentati anche tutti i certificati, le omologazioni, le licenze richieste dalla Direzione Lavori durante il corso o a fine lavori, o, se se ne veda la necessità, eventuale ulteriore documentazione aggiuntiva.

### **16.2.3 Documentazione finale**

#### **16.2.3.1 Contenuto minimo della documentazione finale “as built”**

Al termine della costruzione dell'impianto l'appaltatore dovrà consegnare tutta la documentazione progettuale “as built”, ossia corrispondente a quanto costruito. L'elenco dei documenti da consegnare sono elencati nella tabella al precedente capitolo 7.2.1.

La documentazione finale sarà presentata per approvazione al direttore lavori, dapprima in forma preliminare entro l'inizio della messa in esercizio e in seguito in forma definitiva entro l'ultimazione dei lavori.

L'appaltatore resterà responsabile per tutti i danni che occorrono durante la gestione dell'impianto da parte del committente, a seguito di una documentazione finale incompleta o errata.

#### **16.2.3.2 Programmi applicativi**

I documenti da redigere da parte dell'Appaltatore devono essere elaborati con i seguenti applicativi, su sistema operativo MS Windows:

- Microsoft® Word
- Microsoft® Excel
- Per disegni e tavole files con formato DWG, DXF, TIFF e PDF.

Formati diversi non verranno accettati per la documentazione finale. In tal caso è da prevedere una conversione in uno dei formati citati.

I files creati con Word, Excel o programmi CAD dovranno essere forniti sia nel formato originale modificabile, sia in formato non modificabile (pdf o tiff).

Per tutti i piani di disposizione, gli schemi P&I, gli schemi di processo e gli schemi elettrici sono da utilizzarsi formati grafici vettoriali quali DWG o DXF.

I formati PDF e TIFF sono utilizzati per i documenti che devono essere acquisiti in forma digitale (scanner) come ad esempio estratti da cataloghi.

Prima della trasmissione dei suddetti files, l'Appaltatore è tenuto a svolgere sugli stessi un controllo antivirus.

Durante il periodo di garanzia l'appaltatore è tenuto ad integrare la documentazione finale con gli aggiornamenti che dovessero essere necessari.

## 17 TRASPORTO MATERIALE, IMBALLAGGIO

---

Il trasporto sul cantiere di materiali, apparecchiature, macchinari, attrezzature per il montaggio (anche in piccole quantità) potrà avvenire solo in presenza sul cantiere di personale adibito alle operazioni di montaggio, al fine di garantire la corretta movimentazione di materiali e di macchinari.

### 17.1 IMBALLAGGI

Le apparecchiature, macchinari, strutture o parti di strutture prefabbricate e i materiali per le opere civili comprese le finiture (serramenti, ecc.) saranno preparati per la spedizione in modo da non essere danneggiate durante il trasporto e le operazioni di carico e scarico. Ove necessario, l'imballaggio sarà in grado di garantire una buona protezione contro gli urti e le intemperie durante il trasporto.

### 17.2 TRASPORTI

La fornitura dovrà includere il trasporto delle apparecchiature dalle officine di costruzione fino al cantiere di montaggio e comprendere:

- *carico degli automezzi in officina*
- *imballaggio*
- *trasporti*
- *approvazioni del trasporto*
- *assicurazione di contratto*
- *scarico degli automezzi presso il cantiere.*

L'Appaltatore si dovrà inoltre occupare del corretto smaltimento del materiale d'imballaggio.

## 18 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

---

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia, ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali. Si richiamano peraltro espressamente le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

L'Appaltatore dovrà presentare per i materiali forniti, se richiesto, adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione del direttore dei lavori.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- *dalle prescrizioni di carattere generale del presente capitolato;*
- *dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;*
- *dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;*
- *dagli elaborati grafici, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto*
- *dalle voci presenti nel "Elenco prestazioni – Testo esteso" .*

Resta, comunque, contrattualmente stabilito che tutte le specificazioni o modifiche prescritte nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture dovranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio del direttore dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dal direttore dei lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà adeguatamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche richieste dalle specifiche contrattuali.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare le modalità o i punti di approvvigionamento, l'appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate, ad insindacabile giudizio del direttore dei lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile dei materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la stazione appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

## 19 COSTRUZIONE E MONTAGGIO

---

### 19.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore è responsabile per la riduzione dei rischi concernenti il sito, le persone e i materiali durante tutta la fase di costruzione e di montaggio. L'Appaltatore è tenuto ad elaborare un piano della sicurezza e di preservazione della salute dettagliato per le singole fasi e attività. L'Appaltatore è tenuto ad istruire regolarmente il personale presente sul cantiere sulle misure contro gli infortuni da applicare.

Durante la fase di costruzione e montaggio l'Appaltatore è inoltre tenuto a dare seguito alle seguenti richieste e indicazioni.

### 19.2 PONTEGGI, STRUTTURE DI RINFORZO

Tutti i ponteggi e le strutture provvisorie di lavoro dovranno essere realizzati in completa conformità con la normativa vigente per tali opere, e nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

#### 19.2.1 Ponteggi metallici

Ponteggi metallici dovranno rispondere alle seguenti specifiche:

- *tutte le strutture di questo tipo con altezze superiori a 20 m dovranno essere realizzate sulla base di un progetto redatto da un ingegnere abilitato;*
- *il montaggio di tali elementi sarà effettuato da personale specializzato;*
- *gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, appoggi) dovranno essere contrassegnati con il marchio del costruttore;*
- *sia la struttura nella sua interezza che le singole parti dovranno avere adeguata certificazione ministeriale;*
- *tutte le aste di sostegno dovranno essere in profilati senza saldatura;*
- *la base di ciascun montante dovrà essere costituita da una piastra di area 18 volte superiore all'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;*
- *il ponteggio dovrà essere munito di controventature longitudinali e trasversali in grado di resistere a sollecitazioni sia a compressione che a trazione;*
- *dovranno essere verificati tutti i giunti tra i vari elementi, il fissaggio delle tavole dell'impalcato, le protezioni per il battitacco, i corrimani e le eventuali mantovane o reti antidetriti.*

#### 19.2.2 Ponteggi a sbalzo

Ponteggi a sbalzo saranno realizzati, solo in casi particolari, nei modi seguenti:

- *le traverse di sostegno dovranno avere una lunghezza tale da poterle collegare tra loro, all'interno delle superfici di aggetto, con idonei correnti ancorati dietro la muratura dell'eventuale prospetto servito dal ponteggio;*
- *il tavolato dovrà essere aderente e senza spazi o distacchi delle singole parti e non dovrà, inoltre, sporgere per più di 1,20 m.*

#### 19.2.3 Puntellature

Puntellature dovranno essere realizzate con puntelli in acciaio, legno o tubolari metallici di varia grandezza solidamente ancorati nei punti di appoggio, di spinta e con controventature che rendano solidali i singoli elementi; avranno un punto di applicazione prossimo alla zona di lesione ed una base di appoggio ancorata su un supporto stabile.

#### **19.2.4 Travi di rinforzo**

Travi di rinforzo potranno avere funzioni di rinforzo temporaneo o definitivo e saranno costituite da elementi in legno, acciaio o lamiera con sezioni profilate, sagomate o piene e verranno poste in opera con adeguati ammorsamenti nella muratura, su apposite spallette rinforzate o con ancoraggi adeguati alle varie condizioni di applicazione.

### **19.3 SISTEMI DI PULITURA DEI MATERIALI**

Nelle operazioni di pulitura dei singoli materiali l'Appaltatore dovrà osservare, con la massima cura, le indicazioni fornite dalle specifiche tecniche allegate al progetto e le richieste del direttore dei lavori; tali indicazioni sono rivolte alla rimozione di sostanze patogene dalle superfici esposte la cui azione produce un deterioramento costante delle parti attaccate.

In considerazione del fatto che molto spesso gli interventi di pulitura vengono effettuati su materiali già molto degradati tutte queste operazioni dovranno essere precedute da un attento esame delle cause e dello stato di fatto riscontrabile sulle parti da trattare per poi effettuare dei trattamenti adeguati al necessario ripristino senza causare danneggiamenti di natura meccanica o chimica alle superfici interessate.

Gli interventi di pulitura da utilizzare sono indicati nei seguenti tre ordini:

- *primo livello di pulitura con il quale si provvederà alla rimozione di parti incoerenti (particelle atmosferiche e terrose) accumulate per gravità, in conseguenza di precipitazioni atmosferiche o per risalita capillare con depositi salini;*
- *secondo livello di pulitura rivolto alla rimozione di depositi composti da sostanze allo gene accumulate con depositi atmosferici penetrati in profondità o con presenza di sali che tendono a legarsi meccanicamente alla superficie dei materiali esposti alterandone in minima parte la natura chimica;*
- *terzo livello di pulitura che riguarda la rimozione dello strato superficiale alterato da sostanze esterne che hanno provocato una mutazione chimica dello strato stesso che genera fenomeni di reazione quali l'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche o prodotti gessosi (croste) che si formano su materiali lapidei con azione progressiva nel tempo.*

### **19.4 MONTAGGI**

#### **19.4.1 Generalità**

Il montaggio secondo i termini previsti di quanto compreso nel limite di fornitura, comprensivo di tutte le necessarie prestazioni accessorie, è da svolgersi dall'Appaltatore sotto la propria responsabilità.

L'Appaltatore dovrà elaborare una procedura di montaggio da sottoporre all'approvazione del Committente.

L'area di cantiere offre spazi estremamente ristretti per il pre-montaggio. Per questo motivo, l'Appaltatore dovrà organizzarsi in modo che le proprie forniture arrivino a tempo debito sul cantiere e che possano essere montate nella loro posizione finale con un dispendio minimo per il pre-montaggio.

È compito dell'Appaltatore condurre l'esecuzione delle prestazioni specificate nel contratto, così come l'organizzazione e il mantenimento dell'ordine sul cantiere e nell'officina di montaggio.

L'Appaltatore è inoltre tenuto alla fornitura delle prestazioni del personale di controllo, del capo cantiere/capo officina, degli specialisti e della manodopera necessaria a quanto specificato entro il limite di fornitura.

La presenza contemporanea di più aziende sull'area di cantiere non deve rappresentare un ostacolo al proseguimento o alla qualità dei lavori. Gli spazi di lavoro, gli impianti e le vie di transito utilizzati sono sempre da assicurare contro eventuali pericoli.

Prima dell'inizio dei lavori di montaggio sono da analizzare le interfacce fra le varie componenti, risp. le varie aziende fornitrici, e le stesse devono essere accettate in maniera scritta. Costi supplementari causati da tempi d'attesa di macchinari per il montaggio (come ad esempio gru e veicoli pesanti per il trasporto delle componenti), dovuti all'imprecisione nella realizzazione delle suddette interfacce non verranno accettati dal Committente.

Tutti i materiali, le componenti e i macchinari sono da proteggere durante le fasi di montaggio e di immagazzinamento contro eventuali danneggiamenti provocati da agenti atmosferici, e contro il pericolo di furto. L'Appaltatore è tenuto a svolgere questo compito sotto la propria responsabilità, e corrispondendo gli eventuali costi.

Tutti i residui degli imballaggi, i residui di lavorazione e gli scarti di materiale ottenuti dalle fasi di montaggio sono da smaltire correttamente a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è responsabile della pulizia e del mantenimento della stessa, nell'officina di montaggio e nell'area di cantiere. Il Committente è autorizzato a conteggiare all'Appaltatore costi di pulizia derivati delle prestazioni dell'Appaltatore.

#### **19.4.2 Interferenze**

Occorre considerare in condizioni in cui gli spazi a disposizione per le operazioni di costruzione e montaggio siano particolarmente limitati, eventuali possibili interferenze. Problemi analoghi potrebbero sorgere anche a causa di fasi montaggio contemporanee con altre imprese o con sub fornitori. In caso di difficoltà occorre prevedere turni di lavoro notturni e durante il fine settimana.

I costi causati da queste possibili interferenze, sono da includere nella formulazione del prezzo di offerta.

#### **19.4.3 Elementi strutturali di fissaggio**

Tutti i componenti da installare congiuntamente ad interventi nelle opere civili sono da specificare e da fornire con congruo anticipo.

### **19.5 FINE MONTAGGIO**

L'Appaltatore è tenuto a comunicare al Committente in forma scritta la fine dei lavori di montaggio e l'ottenimento delle autorizzazioni per l'avviamento dell'impianto.

Conseguentemente al ricevimento di questa comunicazione, il Committente potrà fissare il termine per il "Controllo fine montaggi". A tale scopo si rimanda al capitolo "Collaudi".

In funzione del risultato del controllo di fine montaggio, il Committente darà o meno il benestare per l'inizio della fase di messa in esercizio.

Durante le fasi di controllo delle operazioni di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a redigere un protocollo, in cui verranno riportati i difetti riscontrati e materiali o prestazioni non conformi a quanto elencato nel contratto. In caso fossero riscontrati difetti importanti, il controllo del montaggio dovrà essere ripetuto dopo la risoluzione di tali problemi.

## **20 PARTE MECCANICA**

---

### **20.1 SCELTA MATERIALI**

La scelta dei diversi tipi di materiali deve essere effettuata in modo da garantirne l'impiego con sollecitazioni di tipo meccanico, termico e chimico.

Sono da impiegare esclusivamente materiali e componenti di nuovo utilizzo.

In generale sono da impiegare plastiche ignifughe con l'aggiunta di inibitori di fiamma.

In zone con pericolo d'incendio è da evitare l'utilizzo di PVC e di altre plastiche alogenate, ad esempio per cablaggi. Eccezioni devono essere sottoposte all'esame del Committente.

Non possono essere utilizzati materiali che contengono amianto (guarnizioni, compensatori, imballaggi).

Possono inoltre essere impiegati solo materiali ed elementi costruttivi, che corrispondono alle leggi e disposizioni nazionali vigenti.

Per quanto riguarda il tipo di materiali impiegati, su incarico della D.L. verrà richiesta all'Appaltatore la presentazione delle schede tecniche e delle relative prestazioni in merito, che verranno quindi approvate con l'emissione di un verbale di accettazione.



## 21 PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE (ZINCATURE E VERNICIATURE)

### 21.1 GENERALITÀ

Le seguenti prescrizioni valgono per la protezione contro la corrosione di opere edili e di impianti. Le prescrizioni valgono anche per i lavori di protezione contro la corrosione di opere che necessitano di un calcolo di resistenza o di un'omologazione.

Sono considerati trattamenti contro la corrosione:

- *la zincatura a caldo*
- *la verniciatura;*
- *la spruzzatura termica di metalli.*

### 21.2 ZINCATURE

#### 21.2.1 Zincature a caldo

La carpenteria in acciaio tipo Fe 510, Fe 430 e Fe 360 formata con profili laminati, sezioni aperte o chiuse composte per saldatura, lamiere, barre piene lisce o filettate, unite per bullonatura con bulloni classe 8.8 e 10.9, o saldatura, per la quale sia prevista una protezione dalla corrosione mediante un processo di zincatura a caldo (o mediante sistema "duplex") sarà soggetta, una volta lavorata in officina, ad una preparazione delle superfici mediante trattamenti di: sgrassaggio – decapaggio – flussaggio – essiccamento - preriscaldamento, e successivamente zincata a caldo secondo le Norme UNI pr. 14.07.000, EN pr.1029 (futura EN 21461), UNI EN ISO 1461 e riferimenti normativi in esse contenute, per una quantità di zinco non inferiore a 550 g/m<sup>2</sup> (spessore non inferiore a 75 µm) per i laminati (profilati laminati a caldo ed a freddo, tubi, piatti, travi saldate ecc.) e non inferiore di 380 g/m<sup>2</sup> (spessore non inferiore a 55 µm) per dadi tirafondi, bulloni ecc..

Per garantire il regolare deflusso dello zinco durante le operazioni di zincatura a caldo, sugli elementi strutturali che darebbero luogo a ristagni di zinco si dovranno prevedere opportune forature/aperture sugli elementi strutturali da concordare in posizione e dimensione con la D.L.

Gli eventuali ritocchi in opera verranno effettuati secondo norma UNI EN 22063 mediante spruzzatura a caldo di zinco o mediante una vernice ricca di zinco.

L'Appaltatore comunicherà alla Direzione Lavori l'approntamento del materiale, che verrà da questa collaudato prima della spedizione in cantiere.

Dopo il trattamento sono da evitare lavorazioni meccaniche quali saldature, forature, piegature ecc. su componenti sottoposte a zincatura.

Il ciclo del processo di zincatura sarà così composto:

- *sgrassaggio delle superfici*
- *lavaggio delle superfici*
- *decapaggio acido delle superfici*
- *zincatura, con rispetto dei quantitativi minimi di rivestimento.*

#### 21.2.2 Zincature a freddo

Per il presente progetto le zincature a freddo sono ammesse solo per eventuali piccoli ritocchi da effettuarsi in cantiere e comunque solo in conformità alla UNI EN 22063. Per le riparazioni di superfici

zincate a caldo va verificato lo stato della zincatura esistente seguendo idonei procedimenti e si deve stabilire se vada prevista una riparazione oppure un rifacimento parziale o totale. Per la definizione delle riparazioni o rifacimenti parziali va elaborato un concetto di procedimento che va presentato prima dell'inizio lavori alla D.L. Le operazioni potranno essere eseguite solo previa concessione scritta da parte della D.L.

Per il rifacimento totale valgono le definizioni per la zincatura a caldo.

## **21.3 VERNICIATURE CONTRO LA CORROSIONE**

### **21.3.1 Norme**

Tutte le componenti in materiale ferroso comprese nel limite di fornitura sono da sottoporre a un trattamento di protezione contro la corrosione.

Nel caso quest'ultimo sia rappresentato da un rivestimento con materiale protettivo, esso deve essere svolto secondo le seguenti norme:

- *UNI EN ISO 8501, 8502, 8503 und 8504, preparazioni per le superfici di acciai e materiali ferrosi prima dell'applicazione di strati di rivestimento*
- *UNI EN ISO 12944, Parti 1-8 e dei riferimenti normativi in essa richiamati, riguardante la protezione di fabbricati in acciaio contro la corrosione mediante rivestimento protettivo*
- *UNI 9863, Prodotti vernicianti. Pitture antiruggine su supporto di acciaio per ambiente urbano o rurale con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.*

Per l'analisi e il collaudo dei materiali e della qualità del rivestimento si rimanda a quanto specificato nelle rispettive norme.

Le schede tecniche di verniciatura ed il ciclo completo dovranno essere sottoposti al Committente per approvazione.

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere metalliche con rivestimenti anticorrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura.

### **21.3.2 Sistemi di verniciatura**

I cicli di verniciatura da adottare sono in funzione sia del tipo di aggressione ambientale che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere.

La scelta e l'esecuzione della protezione contro la corrosione su elementi strutturali portanti a parete sottile sono regolate dalla DIN 55928-8, dovendosi osservare la normativa UNI EN ISO 12944. Vanno inoltre osservate le discipline previste nelle omologazioni generali.

### **21.3.3 Materiali**

Tutti i prodotti di consumo, quali diluenti, vernici, solventi, ecc. potranno essere utilizzati soltanto se contenuti in confezioni sigillate, direttamente provenienti dalla fabbrica della Società produttrice delle vernici.

Le vernici, sia che siano fornite già mescolate, o che siano fornite con gli ingredienti in recipienti separati, prima dell'uso, dovranno essere preventivamente mescolate o miscelate al fine di renderle omogenee e di consistenza uniforme.

Durante l'applicazione dovranno essere frequentemente agitate.

La diluizione, qualora necessaria, dovrà essere fatta esclusivamente con il tipo di diluente consigliato dal fornitore di vernici e nella quantità raccomandata.

L'aggiunta di diluente dovrà avvenire durante il processo di miscelatura ad omogeneizzazione delle vernici.

#### **21.3.4 Modalità di esecuzione dei lavori**

Di norma il rivestimento protettivo verrà applicato attraverso un'unica lavorazione.

Sono da evitare sulle componenti rivestite lavorazioni meccaniche successive al rivestimento, quali saldature, forature, piegature ecc.

Tutte le superfici da proteggere dovranno essere preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere completamente da tutte le zone, ivi comprese quelle di difficile accessibilità, ossido, scorie residue dai cordoni di saldatura, incrostazioni e depositi di varia natura.

Tutte le superfici ferrose per le quali risulterà impossibile eseguire il trattamento di sabbiatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, saranno spazzolate.

I supporti da verniciare dovranno essere perfettamente asciutti e la temperatura ambiente non dovrà superare i +40 °C e non dovrà essere inferiore a +5 °C.

Non si dovrà procedere alla verniciatura in presenza di pioggia, nebbia, rugiada, vento e su superfici umide.

Il lavoro di verniciatura dovrà essere eseguito accuratamente impiegando mano d'opera specializzata ed eseguito a perfetta regola d'arte, con idonei materiali e con esperte maestranze. Le formazioni di pori sono da evitare.

Si dovranno particolarmente evitare colamenti, sgocciolamenti, ondulazioni ed altri difetti d'applicazione.

Per i cicli di verniciatura a più riprese di vernice, si dovrà lasciar trascorrere tra l'applicazione di una mano e l'altra, il tempo necessario per il sufficiente indurimento della pellicola sottostante, affinché la stessa sia idonea a ricevere la successiva mano.

Il film protettivo dovrà risultare perfettamente ancorato al supporto verniciato.

I colori di ciascuna ripresa dovranno essere tra loro differenti onde permettere un primo controllo visivo.

Per evitare danni alle superfici rivestite, vanno rimosse il più velocemente possibile le scorie residue dai cordoni di saldatura utilizzati per le fasi di montaggio

Eventuali danni ai rivestimenti provocati dalle fasi di trasporto, di montaggio e di messa in esercizio, dovranno essere riparati da una ditta specializzata.

Qualora si debbano effettuare a distanza di tempo dei ritocchi o dei rifacimenti, la superficie da ripristinare dovrà essere trattata con opportuni preparati, in grado di provocare un parziale rinvenimento chimico del film di pittura.

I lavori che la Direzione dei Lavori giudicherà non eseguiti a perfetta regola d'arte dovranno essere rifatti o ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **21.3.5 Garanzie**

Il fornitore dovrà garantire la rispondenza delle protezioni alle condizioni ambientali d'installazione.

L'Appaltatore garantirà che i rivestimenti saranno in tutto conformi alle presenti prescrizioni e garantirà che la durata del rivestimento protettivo sarà almeno di cinque anni dal certificato di fine

lavori. Conformemente alla norma UNI EN ISO 4628, dovrà essere garantito un grado di protezione Ri 1.

Nel caso in cui, a causa di danneggiamenti meccanici non imputabili all'Appaltatore, lo strato di rivestimento protettivo venga danneggiato causando fenomeni legati alla corrosione, lo stesso non sarà ritenuto responsabile per il mancato di quanto precedentemente riportato.

### **21.3.6 Trattamenti speciali delle superfici**

#### **21.3.6.1 Protezione dalla corrosione con sistemi "Duplex" (zincatura a caldo e verniciatura)**

Per le strutture metalliche per le quali è prescritta una protezione dalla corrosione supplementare si applica il sistema ciclo "duplex": zincatura a caldo più verniciatura.

#### **21.3.6.2 Protezione dalla corrosione e dal fuoco con sistemi "Duplex"**

Per le strutture metalliche per le quali è prescritta una protezione dalla corrosione e dal fuoco si applica il sistema ciclo "duplex": zincatura a caldo plus verniciatura intumescente secondo la descrizione nel Capitolato speciale per opere pubbliche, parte II-C1 (Opere civili).

#### **21.3.6.3 Verniciature di protezione per il trasporto**

Durante il trasporto e l'immagazzinamento sarà necessario tenere conto di diverse condizioni, come per esempio:

- *frequente brina*
- *più elevate o più basse temperature rispetto a quelle sopra menzionate*
- *elevato inquinamento dell'aria mediante polvere, fumo, particelle corrosive oppure radioattive, vapore e sale*
- *influenza di campi elettrici o magnetici*
- *radiazioni (p.e. radiazioni solari, radioattive, ecc.)*
- *influenze di insetti*
- *forti vibrazioni o sollecitazioni d'urto.*

Parti in acciaio grezzo, cioè senza nessun tipo di trattamento, saranno alternativamente da trasportare all'interno di un idoneo imballaggio protettivo, oppure saranno da trattare prima del trasporto con un rivestimento contro la corrosione.

#### **21.3.6.4 Piccoli parti**

Piccole parti accessorie necessarie al montaggio (viti, bulloneria, ecc.) sono da trattare con olio protettivo, e da conservare in un imballaggio protettivo.

Parti in gomma sono da trattare e imballare con talco.

#### **21.3.6.5 Acciai inox**

In alternativa ai materiali ferrosi da verniciare o zincare, solo se non già espressamente richiesto, potrà essere utilizzato acciaio inossidabile di opportuna composizione, tale comunque da essere compatibile con la corrosività che può derivare dall'ambiente circostante e dal tipo di utilizzo della struttura stessa.

La finitura esterna degli acciai inox dovrà essere liscia, cioè priva di lavorazioni successive.

Solo nell'ipotesi in cui, le parti a vista degli acciai inox presentino evidenti segni di lavorazioni, le superfici dovranno essere spazzolate.

Tutta la bulloneria da posare all'esterno, comprensiva di dadi e rondelle, dovrà essere in acciaio inossidabile.

## **21.4 CONTROLLI DELLE SALDATURE**

### **21.4.1 Generalità**

L'affidabilità strutturale di un componente dovrà essere garantita da interventi in due fasi distinte:

- *la prima è basata sulla prevenzione ed interviene principalmente in sede di progetto e di costruzione del componente (selezione di materiali adeguati alle condizioni di processo, specificazione accurata delle tecniche di fabbricazione e dei relativi controlli, ecc.)*
- *la seconda è basata sulla diagnostica precoce di eventuali danneggiamenti in atto ed interviene sul componente.*

In questo ultimo caso, la determinazione dello stato complessivo di integrità del componente (in termini di natura, posizione, estensione, ecc. di eventuali danneggiamenti presenti) viene ottenuta con un accurato esame visivo e/o con le informazioni ottenibili anche dalle indagini non distruttive, indirizzando le ispezioni sugli obiettivi diagnostici più importanti ed attuando una scelta ottimale delle tecniche non distruttive da utilizzare.

### **21.4.2 Strutture in acciaio**

In generale, le saldature dovranno essere tutte controllate:

- *visivamente al 100%;*
- *i cordoni d'angolo e a parziale penetrazione dovranno essere controllati con magnetoscopia al 10%;*
- *i giunti a "T" a piena penetrazione dovranno essere controllati almeno al 20% con magnetoscopia e al 100% con radiografie o ultrasuoni.*

Eventuali riduzioni o estensioni dei controlli saranno valutate dalla Direzione Lavori in funzione dei risultati ottenuti.

Per quanto concerne i criteri di accettabilità dei difetti all'esame visivo e magnetoscopico si farà riferimento ai criteri generali contenuti nel D.M. 9/1/96 integrati dalla norma UNI-EN 25817 raggr. B e C.

Per quanto concerne il controllo radiografico valgono le prescrizioni del suddetto D.M. (norme di riferimento UNI 7278 raggr. B per i giunti tesi e F per i giunti compressi).

Nel caso di controllo a ultrasuoni, in mancanza di indicazioni precise nel D.M., si farà comunque riferimento alla UNI-EN 25817 Raggr. B (giunti tesi) e C (giunti compressi).

Per l'esame con ultrasuoni di nodi tubolari saldati a piena penetrazione si farà riferimento a quanto indicato nella norma AWS D 1.1-96.

L'onere per i controlli è totalmente a carico dell'Appaltatore.

Tutti i cordoni di saldatura devono essere punzonati con il numero del saldatore che ha eseguito il giunto.

E' cura dei tecnici dell'Appaltatore eseguire un accurato controllo visivo di tutti i cordoni di saldatura con lo scopo di verificare la correttezza dell'esecuzione, la rispondenza delle dimensioni del cordone di saldatura ai disegni, la presenza di eventuali difetti esterni o interni affioranti.

Sono a totale carico dell'Appaltatore le riparazioni dei cordoni difettosi e il loro controllo dopo la riparazione.

Per controlli non distruttivi di cordoni d'angolo a totale o parziale penetrazione vale quanto segue:

- qualsiasi tipo di cricca è un difetto inaccettabile,
- per l'accettabilità dei difetti di altra natura, si fa riferimento alle norme UNI-EN e AWS precedentemente riportate per la tipologia di riferimento del giunto in questione;
- la entità, la qualità e la dislocazione dei controlli viene decisa dall'Istituto Italiano di Saldatura.

L'Appaltatore deve facilitare il lavoro degli esecutori dei controlli non distruttivi sulle saldature prendendo opportuni accordi con gli stessi, tramite la D.L., circa l'orario della esecuzione dei controlli stessi e mettendo a loro disposizione, a propria cura e spese, eventuali persone e mezzi per il sollevamento e posizionamento delle apparecchiature e altre attrezzature e/o ponteggi che si rendessero necessari.

L'Appaltatore accetterà il giudizio sulle saldature espresso dalla D.L. o dall'Istituto Italiano della Saldatura.

Nel caso di ripetuti esiti negativi dei controlli non distruttivi sulle saldature, il Cliente si riserva di estendere, a spese dell'Appaltatore, i controlli non distruttivi fino al 100%, di sospendere il lavoro di saldatura e di sostituire i saldatori dell'Appaltatore con altri idonei, il cui costo verrà addebitato interamente all'Appaltatore, unitamente ad ogni altro danno economico che dovesse derivare per ritardi nell'esecuzione del programma lavori.

## 22 COSTRUZIONI IN ACCIAIO

---

### 22.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore è tenuto a consegnare per tutta la fornitura dettagliate prescrizioni riguardanti l'esecuzione delle costruzioni in acciaio. Egli è inoltre tenuto a sorvegliare eventuali subappaltatori garantendo che le costruzioni eseguite da quest'ultimi siano conformi alle prescrizioni consegnate.

Le norme di riferimento per la costruzione delle strutture metalliche sono:

- Legge 05.11.1971, n. 1086, Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica
- D.M.LL.PP. 09.01.1996, Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- Circ. M.LL.PP. 15.10.1996, n. 252, Istruzione per l'applicazione delle „Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09.01.1996.
- D.M.LL.PP. 04.05.1990, Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di ponti stradali
- Circ. M.LL.PP. 25.02.1991, n. 34233, Legge 02.02.1974, n.64 – art. 1 D.M. 04.05.1990 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali
- UNI ENV 1993 Eurocode 3: Progettazione delle strutture di acciaio, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI ENV 1994 Eurocode 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI ENV 1090-1:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI ENV 1090-2:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 2: Regole supplementari per componenti e lamiere di spessori sottile formati a freddo
- UNI ENV 1090-3:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 3: Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento
- UNI ENV 1090-4:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 4: Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi
- UNI ENV 1090-5:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 5: Regole supplementari per ponti
- UNI ENV 1090-6:2001: Esecuzione di strutture in acciaio, Parte 6: Regole supplementari per acciaio inossidabile
- CNR 10011/97: Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione
- CNR 10022/84: Profili di acciaio formati a freddo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni
- CNR 10016/98: Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni

- *CNR 10029/87: Costruzioni di acciaio ad elevata resistenza. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione*
- *CNR 10018/99: Apparecchi di appoggio per le costruzioni. Istruzioni per l'impiego.*

In particolare, i materiali base, le cui caratteristiche sono indicate negli Elaborati Grafici di progetto, dovranno essere forniti con certificato secondo il suddetto D.M. e dovranno essere identificabili presso il Costruttore; la D.L. si riserva comunque di effettuare prelievi di campioni da sottoporre ad analisi chimiche e prove meccaniche con oneri a carico dell'Appaltatore.

I costruttori della carpenteria saldata dovranno in generale rispettare i requisiti della norma EN 729-3 (o 729-2 se qualificati in accordo alle norme ISO-EN 9000), con particolare riferimento ai seguenti punti:

- *disponibilità di personale addetto alle attività di saldatura competente e con specifica conoscenza delle normative richiamate nel presente Capitolato;*
- *disponibilità di attrezzature per la preparazione, la saldatura, la movimentazione ed il montaggio delle strutture;*
- *applicazione di procedure adeguate per lo stoccaggio e l'identificazione del materiale base ed eventuale rintracciabilità;*
- *applicazione di procedure adeguate per lo stoccaggio ed il condizionamento dei materiali d'apporto;*
- *preparazione di un piano di fabbricazione e controlli con la raccolta delle specifiche di saldatura che verranno utilizzate in produzione.*

La redazione dei calcoli e dei disegni esecutivi, nonché degli elaborati grafici "esecutivi di officina" sono a carico dell'Appaltatore ed andranno sottoposti alla insindacabile approvazione del Progettista e della D.L..

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

I disegni di officina, nonché l'elaborazione di calcoli e disegni di dettaglio delle proposte di variante sono a carico dell'Appaltatore.

## **22.2 MATERIALI E LAVORAZIONI**

Tutte le strutture metalliche dovranno essere rispondenti a quanto prescritto dagli elaborati di progetto di cui il presente Capitolato fa parte, ed alla normativa vigente. Le superfici metalliche dovranno essere esenti da scaglie, cricche e ripiegature.

Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze, rientranze, rigature e vaiolature purché non venga superata la tolleranza sullo spessore prescritta dalle norme vigenti.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze previste dal progetto.

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti con dispositivi agenti per pressione; non saranno ammessi riscaldamenti locali.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità questi verranno rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.



I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura. I pezzi destinati ad essere imbullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni di officina all'atto dell'alesatura dei fori.

Dovrà essere presentata copia dei certificati di collaudo degli acciai per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, il metodo di fabbricazione e le composizioni chimiche, secondo quanto previsto dalla Normativa Vigente.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

- *saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dal direttore dei lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;*
- *bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;*
- *chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.*

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere inoltre effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno infine applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Le caratteristiche dei materiali in ferro sono fissate dalle seguenti specifiche.

### **22.2.1 Ferro - Acciaio**

I materiali ferrosi da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, profilatura e simili.

Le caratteristiche degli acciai per barre lisce o ad aderenza migliorata, per reti elettrosaldate, fili, trecce, trefoli, strutture metalliche, lamiere e tubazioni dovranno essere in accordo con la normativa vigente.

### **22.2.2 Acciai**

Saranno definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio; le classi e le caratteristiche relative saranno stabilite dalle norme già citate alle quali si rimanda per le specifiche riguardanti le qualità dei vari tipi e le modalità delle prove da eseguire.

Nell'impiego e durante la posa dei materiali dovranno essere tenute nella dovuta considerazione possibili problemi di incompatibilità fra diversi materiali e l'acciaio. L'Appaltatore è tenuto a prendere le misure necessarie al fine di evitare l'usura dei materiali dovuta alle citate incompatibilità.

### **22.2.3 Acciaio inossidabile**

Presenta un contenuto di cromo superiore al 12% ed elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione; dovrà essere conforme alle norme citate.

Nel caso dell'acciaio inossidabile esistono delle condizioni strutturali del materiale stesso che lo rendono estremamente resistente a processi di corrosione o deterioramento; l'unico aspetto di incompatibilità di rilievo è determinato dalla poca aderenza della calce o malte con composti di calce sulla superficie dell'acciaio stesso a causa della difficoltà di aggrappaggio.

Anche nell'acciaio inossidabile esiste un rischio ridotto di ossidazione che può verificarsi per imperfezioni o motivi meccanici (al di sotto dello strato di ossido di cromo) di difficile visibilità e quindi con un livello elevato di pericolosità.

## **22.3 ESECUZIONE DI LAVORI**

### **22.3.1 Generalità**

Dal punto di vista realizzativo si sottolinea quanto segue:

- *le giunzioni tra le diverse membrature costituenti le strutture metalliche saranno eseguite preventivamente in officina. Per ragioni di trasporto, le strutture potranno essere realizzate in tronconi. Il relativo assemblaggio in opera avverrà mediante giunzioni bullonate;*
- *il comportamento d'insieme del complesso edilizio e delle singole membrature, dal punto di vista delle deformazioni, degli eventuali movimenti differenziali e dello stato di sollecitazione, dovrà essere uguale o migliore a quello illustrato nel progetto esecutivo d'appalto;*
- *prima di procedere alla costruzione dell'opera, è richiesto all'Impresa sia di ridefinire la lunghezza delle aste (tenendo conto sia delle tecniche di assemblaggio che ogni singola ditta specializzata possiede, sia dell'eventuale sezionamento in tronconi per motivi di trasporto), sia delle conseguenti monte di officina, e conseguentemente di informare la Direzione Lavori del sistema di trasporto e montaggio prescelto. Si fa presente che il peso totale della struttura metallica così come progettata è conseguente alla definizione di sezioni metalliche dei singoli elementi atte a contenere le deformazioni complessive. Nel caso l'Impresa, per propri motivi produttivi o per aumentare il grado di sicurezza, proponesse di aumentare le sezioni progettate e quindi il peso totale, tale variazione potrà essere ammessa dalla D.L. prelieve opportune verifiche; rimane sin d'ora concordato però che tale eventuale aumento di peso sarà sopportato dall'Impresa senza costo aggiuntivo per la Committente.*

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per l'esecuzione di tutte le opere dovranno essere quelle riportate sulle tavole progettuali.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla predisposizione della forometria necessaria per il passaggio degli impianti e di qualsiasi altro elemento, consultando preventivamente tutti gli elaborati strutturali architettonici ed impiantistici. Sono a carico dell'Impresa tutte le prestazioni e l'assistenza in genere necessarie per le operazioni di collaudo siano esse collaudo in corso d'opera e/o collaudo finale. Il collaudo statico sarà eseguito da un collaudatore nominato dalla Stazione Appaltante, mentre tutte le verifiche geometriche e strutturali in senso lato, iniziali, intermedie finali che saranno richieste dalla Direzione Lavori saranno eseguiti dalla Impresa.

Il progetto per officina dovrà essere consegnato, unitamente ai calcoli di verifica, alla Direzione Lavori per la preventiva autorizzazione prima che l'Impresa li metta in lavorazione.

### **22.3.2 Avvertenze particolari - Fasi di lavoro**

Per le fasi di lavoro delle strutture metalliche viene precisato che:

- *non saranno accettate strutture affette da deformazione dei profilati a seguito di urto per manovre errate dei mezzi operativi*
- *non saranno accettate in cantiere membrature che presentino ossidazione delle superfici e/o importanti scalfiture della mano di fondo*
- *il montaggio della struttura portante in genere, compresi i controventi strutturali, dovrà essere eseguito completamente, prima di procedere alla stesa delle vernici definitive*
- *Particolare cura dovrà essere posta al serraggio degli eventuali bulloni, che avverrà mediante uso della chiave dinamometrica, e particolare attenzione dovrà essere rivolta agli ancoraggi con le opere in c.a. La verifica del serraggio dei bulloni sarà effettuata per campioni significativi a giudizio della D.L.; anche se solo alcune delle verifiche di serraggio dessero esito negativo, e cioè con tiro inferiore al valore prescritto è facoltà della D.L. di imporre la verifica totale delle giunzioni bullonate*
- *una volta montate le strutture è prescritta la ripassatura della verniciatura nelle zone in cui fosse stata asportata o scalfita*
- *Non saranno accettate membrature che dovessero presentare il distacco della vernice, anche solo a zone.*

### **22.3.3 Prescrizioni speciale**

Per il montaggio delle strutture metalliche viene precisato che:

- *per le giunzioni in opera con bulloni ad alta resistenza, salvo che non sia diversamente specificato, devono essere applicate le leggi e le norme vigenti relative alle prescrizioni per l'esecuzione dei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza con l'avvertenza che, salvo che non sia diversamente precisato, la preparazione in cantiere delle superfici dei giunti e dei relativi coprighiunti, deve avvenire a mezzo sabbiatura al metallo bianco, da effettuarsi non oltre due ore prima del serraggio a coppia dei bulloni dei giunti stessi.*
- *per le giunzioni in officina ed in opera realizzate mediante saldatura devono essere seguite le prescrizioni riportate più avanti e le istruzioni dell'Istituto Italiano della Saldatura. In caso di conflitto fra le suddette prescrizioni ed istruzioni e quanto previsto a progetto, l'Appaltatore comunicherà il fatto alla D.L. che dirimerà la questione di concerto con l'Istituto Italiano della Saldatura. L'IIS fornirà tempestivamente le proprie considerazioni sulle metodologie da seguire e interverrà in*

*officina ed in cantiere secondo un programma che verrà concordato con il Cliente e reso noto all'Appaltatore.*

Salvo che non sia diversamente indicato nel progetto, il sistema di montaggio viene lasciato alla libera scelta dell'Appaltatore il quale, però, deve concordare con il Progettista delle opere, tutti i dettagli necessari a chiarimento del metodo di montaggio prescelto. Il Progettista e la Direzione Lavori potranno approvare o meno la metodologia proposta in funzione delle caratteristiche del progetto. Tutte le opere provvisorie, varianti, modifiche ed aggiunte, rinforzi, predisposizione anche dal punto di vista logistico (quali acquisizioni ed adeguamento delle aree di cantiere) od altro che si rendesse necessario per il montaggio delle strutture sono a carico dell'Appaltatore sia dal punto di vista progettuale che esecutivo.

## **22.4 TOLLERANZE**

### **22.4.1 Tolleranze dei singoli elementi**

Salvo quanto maggiormente dettagliato nel progetto, viene ammessa la tolleranza dell'1°/∞ (uno per mille) per ogni elemento di struttura sia verticale che orizzontale, senza che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, si sommino. Qualora ciò non si verificasse l'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, a tutto quanto necessario per eliminare l'inconveniente procedendo a controlli di verticalità, orizzontalità ed al controllo delle diagonali.

### **22.4.2 Tolleranze di montaggio**

L'Impresa dovrà rispettare le tolleranze di esecuzione previste dalla normativa vigente. Come limite superiore vengono in ogni caso ammesse le seguenti tolleranze:

- *Lo scarto di tracciamento dei punti perimetrali di una costruzione dovrà essere inferiore a 2 cm sulla lunghezza dell'edificio, con un max di 1 cm su di una campata.*
- *Tolleranze ammesse nella struttura montata:*
  - *verticalità pilastri:  $\pm 0,2$  cm in sommità*
  - *lunghezza travi:  $\pm 0,5$  cm*
  - *tolleranza assi pilastri:  $\pm 0,2$  cm su un campo*
  - *tolleranza assi pilastri:  $\pm 1,0$  cm su un lato del fabbricato*
  - *lunghezza pilastri:  $\pm 0,5$  cm*
  - *quota estradosso capriate:  $\pm 0,5$  cm*
  - *altezza travi:  $\pm 0,5$  cm*

E' a totale carico dell'Impresa fornire la progettazione di officina delle strutture in carpenteria metallica e sottoporre i disegni alla preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

## **22.5 SCALE**

I percorsi delle scale sono di regola da prevedere in direzioni rettilinee. Scale circolari sono da evitare. Dopo al massimo 15 scalini sono da prevedere pianerottoli.

Le scale sono da prevedere lateralmente con listelli di protezione.

Esecuzione:

- Angolo di inclinazione max            40°

- Altezza scalini 200 mm
- Scalini secondo DIN Forma A
- Grandezza scalino 240 mm
- Altezza scala max. 3 m
- Numero di scalini max. 15
- Capacità di carico min. 4 kN/m<sup>2</sup>

Il fissaggio dei grigliati di accesso alle scale deve essere effettuato con viti, ranelle e bulloni.

Scale a pioli:

- *Scale a pioli devono essere previste solo in casi eccezionali e in accordo con il committente*
- *Scale di soccorso scendenti devono essere sbarrate tramite un cancello munito di ritorno a molla e di punto di fissaggio in posizione chiusa.*

### 22.5.1 Parapetti

Tutte le scale e i pianerottoli sono da assicurare con parapetti. Nella zona in cui si trovano aperture per il montaggio sono da prevedere dispositivi di sicurezza contro la caduta (ad esempio barricata ad incastro). Il corrimano deve essere continuo lungo tutto il perimetro del parapetto (nessun ostacolo e nessuna interruzione causati dai paletti di sostegno).

Attuazione:

- Forma secondo UNI EN ISO 14122-3
- Altezza 1'100 mm
- Altezza listello di base 100 mm
- Numero listelli intermedi 2 Pezzi
- Corrimano In tubo
- Pressione orizzontale (Assunzione carico) 0,5 kN/m

Tutti cambiamenti di direzione e le terminazioni sono da realizzare con curvature saldate.

### 22.5.2 Griglie

Tutte le scale e i pianerottoli sono da ricoprire con griglie.

Alfine di minimizzare la possibilità di errore nella posa, la geometria dei singoli elementi del grigliato non deve essere quadrata. Sono da applicare grigliati normati.

Esecuzione delle griglie in acciaio per scale e piattaforme per la manutenzione:

- Tipo griglia pressata
- Carico minimo per camminamenti 3,5 kN/m<sup>2</sup>
- Carico minimo per vie di trasporto 5,0 kN/m<sup>2</sup>
- Resistenza alla trazione dell'acciaio min. 500 N/mm<sup>2</sup>
- Zincatura a caldo in bagno di zinco min. 70 µm
- Altezza del supporto portante min. 40 mm
- Larghezza maglie 30 x 30 mm
- Griglie con profilo rinforzato
- In ingresso scala profilo forato di sicurezza sul primo scalino

Intagli e risparmi nelle griglie sono da prevedere prima del trattamento di zincatura a caldo e devono essere dotati di idonea intelaiatura.

Dopo il trattamento di zincatura non sono permesse ulteriori lavorazioni (fori, saldature, tagli, ecc.). Griglie sottoposte a questo tipo di operazioni sono da sottoporre nuovamente a trattamento di zincatura.

Griglie autoportanti sono da prevedere.

La costruzione dei singoli moduli delle griglie è da accordare con il Committente.

Fra i vari elementi della griglia si deve prevedere un gioco di al massimo 5 mm, e tutte le griglie devono essere assicurate contro lo spostamento ed il ribaltamento con sistemi di fissaggio in acciaio inossidabile.

Il fissaggio di scalini in grigliato deve essere eseguito con viti, bulloni, ranelle e piastre di posizionamento.

## **22.6 CONTROLLI DELLE STRUTTURE IN MONTAGGIO**

### **22.6.1 Generalità**

Il Committente si riserva la facoltà di procedere, in corso d'opera e/o a fine lavori, a controlli delle strutture montate, per i quali l'Appaltatore sarà tenuto a mettere a disposizione, a propria cura e spese, personale, mezzi, attrezzature, ponteggi e quant'altro necessario per rendere possibili i controlli stessi.

L'eventuale rifiuto da parte dell'Appaltatore procrastina la compilazione del verbale finale di accettazione ed i pagamenti relativi, con il diritto da parte del Committente a procedere a detti controlli con mezzi e personale proprio, addebitando quindi all'Appaltatore le spese relative.

A tutti gli effetti per l'Appaltatore, viene considerata liberatoria l'accettazione delle strutture da parte del Committente in subordine all'accettazione finale ed all'esito positivo del collaudo finale.

### **22.6.2 Requisiti di accettazione di materiali e componenti**

Tutti gli elementi in acciaio dovranno essere esenti da difetti che possano pregiudicare la resistenza e la durata delle membrature e risponderanno alla normativa vigente per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e le strutture metalliche e alle normative tecniche specifiche quali ad esempio le norme UNI – UNI CNR – ENV vigenti.

### **22.6.3 Controlli sui materiali**

Per i controlli ci si atterrà a quanto previsto nel D.M. 09.01.1996.

I prelievi dei campioni necessari per i controlli distruttivi avverranno prima della posa in opera delle membrature stesse.

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

### **22.6.4 Collaudo degli elementi in acciaio**

In riferimento alla normativa tecnica vigente ed alle regole di buona tecnica, le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati di progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il collaudatore ritenga necessaria.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per e prove di carico relative ai collaudi statici che verranno effettuati sulle strutture, comprensivi dei mezzi di sollevamento, delle attrezzature di carico, delle necessarie zavorre per effettuare le prove e del personale.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima dei controlli prescritti sui materiali, sulle saldature e sulle giunzioni.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in generale in modo tale da determinare le massime tensioni o le massime deformazioni.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico dev'essere ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico dev'essere ugualmente ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori ritorni.

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico dev'essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate in base all'art. 34, fornisce al collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

In riferimento a quanto prescritto dall'art. 28 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, già modificato dall'art. 9 della legge 18 novembre 1998 n. 415, il collaudo finale deve comunque avere luogo entro e non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori.

## 23 TRAINING DEL PERSONALE

---

L'istruzione del personale del Committente è considerata parte integrante della fornitura.

L'Appaltatore è tenuto a formare persone del committente, suddivisi in operatori d'esercizio e personale di manutenzione. L'istruzione dovrà avvenire in piccoli gruppi di massimo 6 persone. I temi dell'istruzione sono relativi a:

- *conoscenze tecniche sulla base della documentazione prodotta dall'Appaltatore*
- *conoscenze pratiche dei componenti installate sull'impianto*

L'Appaltatore è tenuto a produrre un programma di formazione, che dovrà comprendere e descrivere dettagliatamente tutte le attività necessarie per istruire adeguatamente il personale del Committente, in funzione della gestione autonoma dell'impianto. L'Appaltatore dovrà considerare nel suo piano d'istruzione la disponibilità scaglionata del personale del Committente dovuta all'esercizio del vecchio impianto fino alla messa a disposizione di quello nuovo.

Il piano dovrà illustrare (elenco indicativo e non esaustivo):

- *le attività teoriche e pratiche previste*
- *la loro durata*
- *il materiale didattico fornito*
- *le competenze di base richieste*
- *la qualifica ed esperienza degli istruttori e il rilascio dell'attestato, mettendo in evidenza il programma di istruzione nelle attività operative (manutenzioni, riparazioni, ecc..)*
- *il consenso a contattare da parte del Committente sub fornitori e Ditte costruttrici (visite agli impianti, seminari tecnici, ecc.).*

L'appaltatore si farà carico di tutte le spese connesse alla completa formazione del personale del committente.



## 24 COLLAUDI

---

### 24.1 GENERALITÀ

#### 24.1.1 Pre collaudo eseguito dal Fornitore / Appaltatore

Al fine di evitare la ripetizione dei collaudi in presenza del Committente o dei suoi rappresentanti, l'Appaltatore e i suoi sub fornitori sono tenuti ad eseguire dei precollaudi.

#### 24.1.2 Strumentazione necessaria

Tutte le strumentazioni e le apparecchiature richieste, che risultano necessarie allo svolgimento dei collaudi, saranno da fornire da parte dell'Appaltatore o dai suoi sub fornitori.

#### 24.1.3 Documentazione da fornire prima del collaudo

La documentazione rilevante per lo svolgimento dei collaudi deve essere consegnata alla direzione lavori una settimana prima dell'inizio del collaudo.

#### 24.1.4 Documentazione da fornire a collaudo avvenuto

La documentazione riguardante gli avvenuti collaudi sarà da presentare al Committente.

### 24.2 COLLAUDI DURANTE LA FABBRICAZIONE

#### 24.2.1 Procedure

Le prove di collaudo durante la fabbricazione presso l'officina dell'Appaltatore e/o dei vari fornitori saranno effettuate per tutte le componenti dell'impianto che il direttore dei lavori o i collaudatori riterranno necessarie.

Per ogni apparecchiatura e per ogni prova dovrà essere allestita una scheda indicante la procedura che si seguirà per la stessa ed i valori prestazionali che si dovranno raggiungere.

Qualora la prova di collaudo abbia esito negativo, essa dovrà essere ripetuta fintanto che i requisiti minimi non sono stati raggiunti.

Nelle prove di collaudo successive potranno essere ripetute, ad insindacabile giudizio del direttore dei lavori o dei collaudatori, una parte o tutte le prove, anche se alcune di queste erano già risultate positive durante il/ i collaudi precedenti.

#### 24.2.2 Prescrizioni minime sui controlli e collaudi

Presso l'officina dell'Appaltatore e/o dei vari fornitori, dovrà essere effettuata un'ispezione intermedia e/oppure finale sulle forniture prefabbricate oppure assemblate alla presenza del direttore dei lavori o del collaudatore. Essa consisterà dei controlli seguenti:

- *Conformità alle prescrizioni vigenti*
- *Esame visivo e dimensionale della fornitura*
- *Verifica della targhetatura e delle marcature prescritte*
- *Controllo della verniciatura/zincatura*
- *Verifica della completezza delle apparecchiature e della presenza di tutti gli accessori*
- *Disponibilità di tutti i certificati richiesti*
- *Verifica dei certificati di collaudo*
- *Verifica della documentazione finale.*

Saranno inoltre effettuate prove funzionali per la verifica delle prestazioni delle macchine e dei sistemi nel loro complesso, che dovranno essere conformi a quanto indicato nelle relative specifiche. L'Appaltatore dovrà presentare per il collaudo, entro 30 giorni dalla consegna della fornitura, l'elenco delle prove che intenderà effettuare. Il direttore lavori avrà la facoltà di richiedere ulteriori prove che riterrà necessarie.

### **24.2.3 Apparecchiature elettriche / elettroniche**

In aggiunta a quanto citato in precedenza, per le apparecchiature elettriche ed elettroniche saranno previsti in seguenti controlli supplementari:

- *verifiche elettriche e prove funzionali in bianco*
- *esame visivo e dimensionale*
- *controllo del cablaggio e della targhettatura.*

Per le modalità e ed il numero di collaudi si ritiene valido quanto indicato nella guida CEI 64-14, ultima edizione, dal titolo "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori".

#### **24.2.3.1 Apparecchiature di serie e non di serie (AS/ANS)**

Prima del collaudo dovranno essere eseguite tutte le prove necessarie ad approntare l'AS/ANS al collaudo; il collaudo dell'AS/ANS sarà eseguito presso l'officina del costruttore eseguendo come minimo le seguenti prove:

- *verifica a vista della rispondenza alle prescrizioni dell'ordine*
- *verifica a vista della rispondenza integrale tra montaggio e disegni, compresi i collegamenti dei cavi*
- *verifica a vista della presenza e della congruità di tutte le targhette*
- *verifica a vista della corrispondenza delle fasi o della polarità dei circuiti di potenza*
- *controllo del serraggio dei morsetti e della continuità dei collegamenti di messa a terra*
- *verifica delle distanze in aria e superficiali*
- *prova di tenuta alla tensione applicata*
- *verifica dell'efficienza del circuito di protezione*
- *verifica del funzionamento meccanico delle apparecchiature*
- *controllo dei cablaggi*
- *verifica del funzionamento elettrico delle apparecchiature*
- *verifica del corretto intervento di tutte le segnalazioni*
- *verifica della intercambiabilità delle parti estraibili (ove intercambiabilità è richiesta)*
- *verifica della verniciatura*
- *verifica del funzionamento meccanico*
- *prova di controllo dell'AS/ANS, ivi compreso il controllo di cablaggio e prova di funzionamento elettrico.*

L'esito di tutte le prove deve essere annotato su appositi "verbali di controllo" che dovranno poi essere parte integrante della documentazione di fornitura.

#### **24.2.3.2 Documentazione per apparecchiature di serie e non di serie (AS/ANS)**

Ad AS/ANS ultimati e prima del collaudo finale, il fornitore dovrà produrre un certificato, sottoscritto da tecnico regolarmente iscritto all'Albo Professionale, dichiarante che tutti i componenti impiegati e la costruzione dell'AS/ANS realizzato nell'ambito della presente specifica, è in toto e perfettamente conforme alle norme ed alle prescrizioni di legge.

Prima di eseguire il lavoro il fornitore dovrà fornire nelle quantità e nei tempi che saranno indicati dal Committente la sotto elencata documentazione:

- *Schemi funzionali, con indicata la marca ed il tipo di tutte le apparecchiature installate*
- *Schemi unifilari sia di potenza, sia di ausiliari di comando*
- *Schemi di cablaggio interno all'AS/ANS*
- *Schemi topografici*
- *Disegni di assieme delle morsettiere dell'AS/ANS, con indicazione delle destinazioni dei conduttori interni e con riportato il nome dell'elenco da allacciare*

### **24.3 CONTROLLO E VERIFICA DELLE VERNICIATURE**

Le verniciature saranno sottoposte ad appropriati controlli e verifiche secondo la norma UNI EN ISO 12944 (parti 1-8) e i riferimenti normativi in essa richiamati, al fine di:

- *verificare lo spessore complessivo degli strati applicati, con media di dieci misure campione entro una superficie di due metri quadri circa*
- *continuità, con assenza di lesioni e porosità dello strato applicato*
- *verificare composizione, diluizione, catalisi, ecc.*

### **24.4 CONTROLLO DI FINE MONTAGGI**

Durante le fasi di montaggio il direttore dei lavori e i collaudatori incaricati effettueranno i controlli da loro ritenuti necessari e comunque quelli prescritti dalla legge.

In relazione all'esito dei controlli dei montaggi, verrà concordato fra Committente e Appaltatore il via libera per la messa in esercizio a freddo.

### **24.5 COLLAUDI FUNZIONALI**

Il programma delle prove di collaudo che si intendono effettuare dovrà essere consegnato in forma scritta alla direzione lavori 2 settimane prima dell'inizio delle stesse.

I risultati di prove e collaudi, verranno riportati in un apposito verbale.

#### **24.5.1 Oggetto delle prove prestazionali degli impianti elettrici**

Oggetto di prove degli impianti saranno tutte le grandezze fisiche e le prestazioni (collaudi) di seguito indicate:

- *Analisi degli schemi e dei piani d'installazione*
- *Verifica della consistenza, della funzionalità e della accessibilità degli impianti*
- *Controllo dello stato degli isolanti e degli involucri*
- *Controllo degli ostacoli e delle misure di protezione mediante distanziamento nei luoghi accessibili a sole persone addestrate*
- *Accertamento dell'idoneità del materiale e degli apparecchi*

- Verifica dei contrassegni di identificazione, dei marchi e delle certificazioni
- Verifica dei gradi di protezione degli involucri
- Controllo preliminare dei collegamenti a terra dei componenti di classe I
- Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei bagni
- Verifica dei tracciati per le condutture incassate
- Controllo di sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti
- Idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi
- Verifica dell'isolamento nominale dei cavi e della separazione fra condutture differenti
- Controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi
- Controllo dell'accessibilità per interventi operativi e di manutenzione
- Dispositivi di sezionamento e interruzione conformi a norme CEI 64-8
- Apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza
- Identificazione dei conduttori e dei dispositivi di manovra e di protezione
- Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti
- Verifica delle protezioni contro i contatti diretti
- Verifica delle protezioni contro gli effetti termici e l'incendio
- Controlli dell'idoneità e della funzionalità dei quadri
- Controllo del dimensionamento e dei provvedimenti di protezione dei quadri
- Prove di continuità dei circuiti di protezione
- Prova di funzionamento alla tensione nominale
- Prove d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva
- Prova di intervento degli interruttori differenziali
- Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto
- Misura della resistenza del conduttore di protezione
- Misura della caduta di tensione
- Misura dell'illuminamento medio
- Controllo del coefficiente di stipamento
- Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego, portate dei conduttori e caratteristiche d'intervento dei dispositivi di protezione da sovraccarico
- Controllo di coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri d'interruzione degli apparecchi; correnti di picco e di breve durata massime ammissibili negli ACF
- Correnti presunte di corto circuito
- Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, integrale di Joule e sollecitazioni termiche specifiche ammissibili nelle linee durante il corto circuito.
- Accertamento dei livelli di selettività dei dispositivi di protezione
- Controllo del coordinamento fra impedenza totale dell'anello di guasto e dispositivo d'interruzione del guasto
- Verifica delle sezioni del conduttore di terra e dei conduttori di protezione
- Controllo del coordinamento fra dispersore di terra e dispositivi d'interruzione del guasto a terra
- Misura della resistenza del dispersore.