



Autostrada dei Fiori

Tronco A10: Savona – Ventimiglia (confine francese)

NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE

CARREGGIATA SUD / CARREGGIATA NORD
Progr. Km 47+545

PROGETTO DEFINITIVO

GENERALE

SPECIFICHE GENERALI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - NORME TECNICHE IMPIANTI

PROGETTISTA	RESPONSABILE INTEGRAZIONE ATTIVITÀ SPECIALISTICHE	IMPRESA	COMMITTENTE
Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993	Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993		Autostrada dei Fiori S.p.A. Via della Repubblica, 46 18100 Imperia (IM)

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.	RIESAME	DATA	SCALA
							FEBBRAIO 2020	-
							N. Progr.	
A	Febbraio 2020	PRIMA EMISSIONE	SINA	DT/OC	DT	DT		

CODIFICA	PROGETTO	LIV	TRONCO	DOCUMENTO	REV	WBS
	P280	D	A10	SPE NT 002	A	A10IBT0001
						CUP
						I44E14000810005

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO DELLA COMMITTENTE

SOMMARIO:

PRESCRIZIONI TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI	1
1. INTRODUZIONE	1
2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	1
3. PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE	2
3.1. PRESCRIZIONI DI LEGGE	2
3.2. PRESCRIZIONI NORMATIVE	3
3.2.1. Comuni.....	3
3.2.2. Impianti elettrici.....	3
4. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	10
4.1. PREMESSA	10
4.2. NOTE GENERALI	10
4.3. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	10
4.3.1. Protezione contro i contatti diretti	10
4.3.2. Protezione contro i contatti indiretti	11
4.3.2.1 Sistema TT	11
4.3.3. Protezione combinata contro i contatti diretti ed indiretti	11
4.4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI	12
4.4.1. Protezione contro i sovraccarichi.....	12
4.4.2. Protezione contro i cortocircuiti	12
4.5. FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA	12
4.5.1. Forniture in bassa tensione	12
4.5.1.1 Gruppi di utenti	12
4.6. ASPETTI DI PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI.....	13
4.6.1. Criteri di progettazione degli impianti ai fini antisismici	14
4.6.2. Accorgimenti generali per zone sismiche	14
4.6.3. Prova di qualifica sismica - ApparatI elettrici	15
4.6.3.1 Tenuta sismica - Quadri BT	15
4.6.3.2 Tenuta sismica – Armadi rack dati.....	15
4.6.3.3 Gruppi elettrogeni	16
4.6.3.4 UPS e CPS.....	16
4.7. Gruppi elettrogeni per alimentazione di emergenza	16
4.7.1. Generalità	16
4.7.2. Motore	17
4.7.3. Generatore.....	18
4.7.4. Accoppiamento.....	18

4.7.5.	Basamento	18
4.7.6.	Serbatoio di servizio o incorporato	19
4.7.6.1	Impianto automatico di riempimento del serbatoio di servizio/incorporato.....	19
4.7.7.	Serbatoio di deposito	19
4.7.8.	Batteria.....	20
4.7.9.	Scarico dei gas di combustione	20
4.7.10.	Apparecchi per arresto.....	20
4.7.11.	Tubazioni per combustibile (gruppi diesel).....	20
4.7.12.	Quadro elettrico.....	21
4.7.12.1	Descrizione	21
4.7.12.2	Funzionamento.....	22
4.7.12.3	Verifiche per la sorveglianza del gruppo:	23
4.8.	GRUPPI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA (UPS).....	25
4.8.1.	Standard di riferimento.....	25
4.8.2.	Caratteristiche generali.....	25
4.8.3.	Raddrizzatore	28
4.8.4.	Inverter.....	28
4.8.5.	Carica batteria	28
4.8.6.	Accumulatori al piombo di tipo ermetico	28
4.8.7.	By-pass / Commutazione automatica	29
4.8.8.	By-pass manuale esterno	29
4.8.9.	Backfeed-protection.....	30
4.8.10.	Altri componenti	30
4.8.10.1	Armadi di contenimento.....	30
4.8.10.2	Pannello di controllo e comando.....	30
4.8.10.3	Cavi di collegamento agli utilizzatori	30
4.8.10.4	Connessioni fra gli elementi delle batterie al piombo.....	30
4.8.10.5	Connessioni fra gli elementi delle batterie al nichel-cadmio.....	30
4.8.10.6	Interfacce e software di comunicazione.....	31
4.9.	QUADRI E APPARECCHIATURE DI BASSA TENSIONE	31
4.9.1.	Generalità.....	31
4.9.1.1	Scaricatori da installare nei quadri di distribuzione	32
4.9.1.2	Sbarre	32
4.9.1.3	Cablaggio	33
4.9.1.4	Morsettiere.....	33
4.9.1.5	Collegamenti equipotenziali	33
4.9.1.6	Riserva di potenza e di spazio.....	33
4.9.1.7	Marcature	33
4.9.1.8	Designazione dei cavi.....	34
4.9.1.9	Prove e verifiche	34

4.9.1.10	Tenuta sismica	34
4.9.2.	Quadri con involucro metallico e protezione contro la corrosione	34
4.10.	RIFASAMENTO	35
4.10.1.	Generalità	35
4.10.2.	Regolatore di potenza reattiva	35
4.10.3.	Apparecchiature di protezione e comando	36
4.11.	CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI.....	36
4.11.1.	Cavi e conduttori per bassa tensione.....	36
4.11.1.1	Cavi senza guaina, isolati in PVC, per livello di rischio "basso"	38
4.11.1.2	Cavi senza guaina, con isolamento LSOH, per livello di rischio "medio"	38
4.11.1.3	Cavi con guaina in PVC, isolati in gomma, per livello di rischio "basso"	38
4.11.1.4	Cavi con guaina LSOH, isolati in gomma, per livello di rischio "medio"	39
4.11.1.5	Cavi con guaina LSOH, isolati in gomma, per livello di rischio "alto"	39
4.11.1.6	Cavi con guaina LSOH, isolati in gomma, resistenti al fuoco.....	39
4.11.1.7	Prescrizioni di posa dei cavi	39
4.11.1.8	Identificazione cavi e connessioni terminali.....	40
4.11.2.	Sistemi di posa dei cavi	41
4.11.3.	Attraversamento superfici di compartimentazione.....	41
4.11.3.1	Prodotti per barriera tagliafuoco.....	41
4.11.3.2	Setti tagliafuoco di tipo componibile	42
4.11.4.	Cavi speciali.....	42
4.11.4.1	Cavi telefonici	43
4.11.4.2	Cavi per trasmissione dati	43
4.11.5.	Cavi per rete ModBus RTU	43
4.11.6.	Cavi in fibra ottica	44
4.11.6.1	Proprietà "antifiamma " e "zero alogeni".....	44
4.11.6.2	Fibre ottiche monomodali	45
4.11.6.3	Giunzione fibra ottica mediante fusione ad arco	46
4.11.6.4	Prova di collaudo e test di accettazione dei cavi a fibra ottica.....	46
4.11.6.5	Cavo telefonico di dorsale multiconduttore.....	47
4.11.6.6	Cavo telefonico di derivazione multiconduttore.....	47
4.11.6.7	Giunti diritti o di derivazione con guaina termorestringente per cavi telefonici multiconduttore	47
4.12.	CAVIDOTTI ED ACCESSORI	48
4.12.1.	Tubazioni.....	48
4.12.1.1	Generalità.....	48
4.12.1.2	Norme di riferimento	48
4.12.1.3	Classificazione del sistema	49
4.12.1.4	Caratteristiche dei tubi protettivi.....	50
4.12.1.5	Colore	51

4.12.1.6	Tubazioni non metalliche.....	51
4.12.1.7	Tubazioni metalliche di tipo rigido	53
4.12.1.8	Tubazioni metalliche di tipo flessibile.....	53
4.12.1.9	Tubazioni per posa all'interno	54
4.12.1.10	Tubazioni per posa all'esterno.....	54
4.12.2.	Canali e passerelle.....	56
4.12.2.1	Generalità	56
4.12.2.2	Canali e passerelle metalliche	56
4.13.	CONTENITORI ED ACCESSORI	58
4.13.1.	Generalità.....	58
4.13.2.	Cassette di derivazione isolanti, da incasso o da semincasso	59
4.13.3.	Cassette di derivazione isolanti, in vista	59
4.13.4.	Cassette di derivazione metalliche.....	60
4.13.4.1	Cassette di derivazione in acciaio inox	60
4.13.4.2	Cassette di derivazione resistenti al fuoco in fusione d'acciaio	60
4.13.4.3	Cassetta in alluminio per posa in galleria/sottopasso	60
4.13.5.	Giunti diritti ed di derivazione BT	60
4.13.5.1	Giunti diritti o di derivazione ad isolamento in gel.....	60
4.13.5.2	Giunti diritti o di derivazione in resina epossidica	61
4.13.5.3	Giunti diritti o di derivazione con guaina termorestringente.....	61
4.13.5.4	Fusibili di protezione delle derivazioni da dorsale.....	62
4.14.	IMPIANTI TERMINALI	63
4.14.1.	Generalità.....	63
4.14.2.	Punti luce	64
4.14.2.1	Punto luce equivalente ad incasso	64
4.14.2.2	Punto luce equivalente in vista.....	64
4.14.3.	Punti comando	65
4.14.3.1	Punto comando equivalente ad incasso	65
4.14.3.2	Punto comando equivalente in vista	66
4.14.4.	Punti regolazione	66
4.14.5.	Punti alimentazione diretta	67
4.14.5.1	Punto alimentazione diretta equivalente ad incasso	67
4.14.5.2	Punto alimentazione diretta equivalente in vista.....	67
4.14.6.	Punti utilizzatori	68
4.14.6.1	Punto utilizzatore equivalente, serie civile ad incasso	68
4.14.6.2	Punto utilizzatore equivalente, serie civile in vista.....	69
4.14.6.3	Punto utilizzatore equivalente, serie industriale ad incasso	69
4.14.6.4	Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in vista.....	70
4.14.6.5	Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in acciaio inox in vista	70
4.14.6.6	Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in alluminio in vista.....	71

4.14.6.7	Pulsante di sgancio ad accesso protetto, ad incasso.....	71
4.14.6.8	Pulsante di sgancio ad accesso protetto, in vista	71
4.14.7.	Altezza di installazione apparecchiature	72
4.14.8.	Abbattimento delle barriere architettoniche	72
4.15.	IMPIANTI ELETTRICI IN AMBIENTI PARTICOLARI	73
4.15.1.	Bagni e docce	73
4.16.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	74
4.16.1.	Illuminazione di interni	74
4.16.1.1	Livello ed uniformità di illuminamento	74
4.16.1.2	Temperatura e resa di colore	74
4.16.1.3	Abbagliamento	74
4.16.1.4	Prescrizioni esecutive aggiuntive di carattere generale	75
4.16.1.5	Tipologie di corpi illuminanti ad uso generale.....	75
4.16.2.	Illuminazione di sicurezza	76
4.16.2.1	Apparecchio illuminante autonomo di sicurezza con autodiagnosi.....	77
4.17.	IMPIANTO DI TERRA.....	78
4.17.1.	Generalità	78
4.17.2.	Componenti tipici impianti di messa a terra.....	82
4.17.3.	Collegamenti equipotenziali in bagni e docce	83
4.17.4.	Impianti di terra per applicazioni particolari	83
4.17.4.1	Impianto di terra per illuminazione esterna.....	83
4.18.	PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	84
4.18.1.	Protezione contro le scariche atmosferiche per pali di illuminazione esterna.....	85
4.19.	IMPIANTI ELETTRICI SPECIALI.....	85
4.19.1.	Impianto rivelazione incendi.....	85
4.19.2.	Impianto di trasmissione dati	87
4.19.2.1	Apparati attivi.....	87
4.19.2.2	Apparati passivi	94
4.19.3.	Impianto Controllo Accessi	101
4.19.3.1	Terminale con lettore badge di prossimità	101
4.19.3.2	Unità di gestione e controllo impianto controllo accessi (fino a n.8 varchi)	102
4.19.3.3	Finecorsa per controllo stato porta.....	102
4.19.4.	Impianto di supervisione	103
4.19.4.1	Base remota I/O	103
4.19.4.2	Quadro PLC.....	106
4.19.4.3	Gateway Modbus RTU seriale / TCP-IP.....	107
4.19.4.4	Panel PC Touch screen 15"	107
4.19.4.5	Panel PC Touch screen 19"	107
4.19.4.6	Ingegneria, sviluppo specifiche, software applicativi.....	108
4.19.4.7	Comunicazione verso l'esterno	109

4.19.4.8	Coordinamento della realizzazione dell'impianto di supervisione	109
4.19.4.9	Programma client di supervisione della postazione di supervisione (SCADA)	109
4.19.4.10	Implementazione del FEP	109
4.19.4.11	Specifiche, documentazione ed addestramento del personale impianto di supervisione	110
4.20.	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	110
4.20.1.	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino.....	110
4.20.2.	Apparati di conversione (inverter)	111
4.20.3.	Quadro di interfaccia.....	112
4.20.4.	Sistema di controllo impianto	112
4.20.5.	Strutture di sostegno	112
4.21.	ATTIVITA' DI RIMOZIONE E SMANTELLAMENTO DI IMPIANTI ED APPARECCHIATURE ESISTENTI	113
4.22.	VARIE	114
4.22.1.	Impianti di ventilazione e condizionamento locali tecnici	114
4.22.1.1	Impianto di ventilazione	114
4.22.1.2	Impianto di condizionamento.....	115
4.22.1.3	Termoconvettore elettrico	115
4.22.1.4	Trasmettitori di misura	115
4.22.1.5	Sensori di stato	116
5.	MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI PER APPLICAZIONI ALL'APERTO.....	116
5.1.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE	116
5.1.1.	Generalità.....	116
5.1.2.	Quadri elettrici di protezione e comando	116
5.1.3.	Generalità sugli apparecchi di illuminazione	117
5.1.1.	Tipologie di Apparecchi illuminanti.....	118
5.1.2.	Sistema di telegestione puntuale su onde radio degli impianti di illuminazione.....	122
5.1.3.	Cavi e circuiti di alimentazione.....	124
5.1.4.	Muffole e morsettiere.....	125
5.1.5.	Sostegni	125
5.1.6.	Protezione elettrica dei circuiti di illuminazione.....	126
5.2.	Pannelli a messaggio variabile (PMV)	127
5.2.1.	Caratteristiche PMV full matrix monocromatico 3200x1280 mm	127
5.3.	Impianto TVCC.....	128
5.3.1.	Generalità.....	128
5.3.2.	Telecamera fissa a campo lungo	129
5.3.3.	Telecamera campo ridotto tipo "Bullet"	130
5.3.4.	Telecamera brandeggiabile (DOME)	130
5.3.5.	Server gestione TVCC	131
5.3.6.	Posa di Modulo Transceiver Pluggable	132
5.3.7.	Palo per telecamera h 10 m	132

5.3.8.	Ingegnerizzazione, documentazione ed addestramento impianto TVCC.....	133
5.3.9.	Integrazione del sistema Video Wall.....	133
5.4.	Impianto SOS.....	134
5.4.1.	Cassetta stagna FS 3/10 – 3/20 – 3/30	134
5.4.2.	Testa terminale TT 3/20 – 3/40	134
5.4.3.	Impianti di terra	135
5.4.4.	Esecuzione delle lavorazioni	135
5.4.5.	Relazione tecnica dell'Impresa	135
6.	NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI	135
7.	OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI.....	136
8.	ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE.....	136
8.1.	CAMPIONI DI MATERIALI E DI TIPOLOGIE ESECUTIVE	137
8.2.	SISTEMA DI GARANZIA DELLA QUALITÀ	137
9.	VERIFICHE E PROVE	138
9.1.	PROVE DI TIPO, DI ACCETTAZIONE E RELATIVE CERTIFICAZIONI	138
9.1.1.	Cavi Bt	138
9.1.2.	Canalizzazioni.....	139
9.1.3.	Fibre ottiche.....	139
9.2.	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI.....	140
9.2.1.	Impianti elettrici.....	140
9.2.2.	Quadri BT e condotti sbarre.....	141
9.2.3.	Cavi elettrici di BT	142
9.2.4.	Impianti di illuminazione.....	143
9.2.5.	Impianti di terra e di protezione contro i fulmini	143
9.2.6.	Gruppi elettrogeni	144
9.2.7.	Impianti fotovoltaici.....	145
9.3.	AVVIAMENTO E MESSA A PUNTO DEGLI IMPIANTI	146
9.4.	VERIFICHE E PROVE FINALI	147
9.4.1.	Collaudo prestazionale impianti fotovoltaici	148
9.5.	COLLAUDO FINALE	148
10.	SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI	148
	PRESCRIZIONI TECNICHE IMPIANTI MECCANICI	149
1.	PREMESSA	150
2.	INTRODUZIONE	151
3.	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	152
4.	RISPETTO DELLA NORMATIVA VIGENTE	153
5.	MODALITÀ ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI.....	159

5.1.	PREMESSA	159
5.2.	NOTE GENERALI	159
5.2.1.	Conversione pollici – Millimetri per tubazioni e valvolame	159
5.2.2.	Efficienza motori elettrici	160
5.3.	TUBAZIONI.....	160
5.3.1.	Tubi in acciaio nero	160
5.3.2.	Tubi in acciaio zincato	161
5.3.3.	Tubi in plastica	162
5.3.4.	Tubi in polivinilcloruro (PVC).....	162
5.3.5.	Tubi in polietilene alta densità (PEHD).....	162
5.3.6.	Tubi multistrato.....	163
5.4.	COLLETTORI.....	163
5.4.1.	Collettori per impianti in centrale.....	163
5.4.2.	Collettori per impianti in campo	164
5.5.	GIUNTI PER TUBAZIONI	164
5.5.1.	Giunti per tubazioni in acciaio nero	164
5.5.2.	Giunti saldati	165
5.5.3.	Giunti filettati	165
5.5.4.	Giunti flangiati.....	166
5.5.5.	Giunti antivibranti	166
5.6.	INSTALLAZIONE DELLE TUBAZIONI.....	166
5.6.1.	Identificazione delle tubazioni	166
5.6.2.	Accorgimenti per la posa delle tubazioni in acciaio	166
5.6.3.	Accorgimenti per la posa delle reti di scarico e ventilazione	168
5.6.4.	Supporti ed ancoraggi	169
5.6.5.	Prova delle tubazioni.....	170
5.6.6.	Criteri di valutazione	170
5.7.	VALVOLAME PER FLUIDI A BASSA TEMPERATURA	171
5.7.1.	Valvole di intercettazione	171
5.7.2.	Valvole di ritegno	172
5.7.3.	Valvole di taratura.....	172
5.7.4.	Valvole speciali.....	173
5.8.	STRUMENTAZIONE.....	173
5.8.1.	Termometri	173
5.8.2.	Manometri	174
5.8.3.	Contacalorie	174
5.9.	ELETTROPOMPE	174
5.9.1.	Elettropompe a tenuta meccanica	176
5.9.2.	Circolatori.....	177

5.10.	CANALI AERAILICI	178
5.10.1.	Canali in metallo	179
5.10.2.	Canali flessibili.....	181
5.11.	INSTALLAZIONE DEI CANALI	181
5.11.1.	Accorgimenti per la posa dei canali aerailici.....	181
5.11.2.	Supporti ed ancoraggi.....	182
5.11.3.	Prova dei canali.....	182
5.11.4.	Criteri di valutazione.....	184
5.12.	ACCESSORI PER CANALI	184
5.12.1.	Griglie di presa aria esterna ed espulsione	184
5.12.2.	Serrande di regolazione	185
5.12.3.	Serrande di taratura.....	185
5.12.4.	Serrande tagliafuoco.....	185
5.12.5.	Silenziatori	186
5.13.	TERMINALI DI MANDATA ARIA	187
5.13.1.	Bocchette	187
5.13.2.	Diffusori	187
5.14.	TERMINALI DI RIPRESA ARIA	188
5.14.1.	Bocchette	188
5.14.2.	Griglie.....	188
5.14.3.	Valvole di aspirazione	189
5.14.4.	Griglie di transito	189
5.15.	ISOLAMENTO TERMICO DEGLI IMPIANTI.....	189
5.15.1.	Isolamento delle tubazioni.....	190
5.15.2.	Isolamento dei canali	192
5.15.3.	Isolamento dei componenti.....	193
5.15.4.	Isolamento dei serbatoi	194
5.15.5.	Criteri di valutazione.....	194
5.16.	BOLLITORI	195
5.16.1.	Bollitori elettrici	195
5.16.2.	Bollitori elettrici in pompa di calore	195
5.17.	VASI DI ESPANSIONE	196
5.18.	GRUPPI FRIGO E POMPE DI CALORE	196
5.18.1.	Pompe di calore polivalenti con compressori scroll condensati ad aria	197
5.18.2.	Accessori per protezione gruppi frigo e pompe di calore.....	199
5.18.3.	Accumulatori inerziali	199
5.18.4.	Condizionatori autonomi	200
5.19.	IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUA.....	200
5.19.1.	Filtri dissabbiatori	200

5.19.2.	Addolcitori.....	201
5.19.3.	Trattamenti chimici	201
5.20.	UNITÀ TRATTAMENTO ARIA.....	202
5.20.1.	Preso ed espulsione aria.....	203
5.20.2.	Filtri	203
5.20.3.	Miscela	204
5.20.4.	Batterie.....	204
5.20.5.	Umidificazione.....	205
5.20.6.	Ventilanti.....	206
5.20.7.	Recuperatore	206
5.20.8.	Silenziatori.....	207
5.20.9.	Struttura di contenimento	207
5.21.	TERMINALI AD ACQUA	208
5.21.1.	Ventilconvettori	208
5.21.2.	Batterie di postriscaldamento.....	209
5.21.3.	Radiatori.....	209
5.21.4.	Radiatori in acciaio	210
5.22.	IMPIANTI SANITARI	210
5.22.1.	Reti idriche	210
5.22.2.	Reti di scarico e ventilazione.....	211
5.22.3.	Estrazione aria servizi igienici.....	213
5.22.4.	Apparecchi sanitari e rubinetterie	213
5.22.5.	Accessori di sicurezza per servizi igienici	216
5.22.6.	Elettropompa sommersibile per acqua sporca.....	217
5.23.	CIRCUITI PER IMPIANTI TERMICI	218
5.24.	SISTEMI DI REGOLAZIONE	218
5.24.1.	Definizioni	218
5.24.2.	Descrizione.....	219
5.24.3.	Impianti elettrici e cablaggi.....	220
5.24.4.	Controlli e prove.....	222
5.24.5.	Documentazione consuntiva.....	224
5.25.	DISPOSITIVI DI SICUREZZA.....	226
5.25.1.	Valvole di sicurezza	226
5.25.2.	Termostati di sicurezza	226
5.25.3.	Flussostati di sicurezza	226
5.25.4.	Pressostati di sicurezza	227
5.26.	VALVOLE DI REGOLAZIONE	227
5.26.1.	Valvole a due vie	228
5.26.2.	Valvole a tre vie.....	228

5.26.3. Attuatori per valvole e serrande.....	228
5.27. TRASMETTITORI	229
5.27.1. Trasmittitore di temperatura.....	229
5.27.2. Trasmittitore combinato di temperatura e umidità	231
5.27.3. Trasmittitori di umidità relativa.....	231
5.27.4. Termostato antigelo.....	231
5.27.5. Pressostato differenziale per aria	231
5.27.6. Trasmittitore di pressione differenziale per aria	231
5.27.7. Trasmittitore per misura di pressione differenziali o portata per acqua.....	232
5.27.8. Flussostato per acqua	232
5.27.9. Termostato ambiente ON-OFF.....	232
5.27.10. Consensi esterni aperto chiuso	232
5.27.11. Sonda livello liquidi	232
5.27.12. Trasduttori di corrente.....	232
5.28. ESTINTORI	232
5.29. PRESCRIZIONI GENERALI	233
5.29.1. Contenimento delle emissioni acustiche	233
5.29.2. Protezione contro le corrosioni	233
5.29.3. Prevenzione contro la propagazione delle vibrazioni	234
5.29.4. Equipotenzialità e messa a terra.....	234
6. NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI	235
7. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI.....	236
8. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE.....	237
8.1. CAMPIONI DI MATERIALI E DI TIPOLOGIE ESECUTIVE	237
8.2. SISTEMA DI GARANZIA DELLA QUALITÀ	237
9. VERIFICHE E PROVE	239
9.1. PROVE DI TIPO, DI ACCETTAZIONE E RELATIVE CERTIFICAZIONI	239
9.2. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI.....	239
9.3. AVVIAMENTO E MESSA A PUNTO DEGLI IMPIANTI	242
9.4. VERIFICHE E PROVE FINALI	242
9.5. COLLAUDO FINALE	243
10. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI	244

Pagina lasciata intenzionalmente bianca.

Capitolato Speciale d'Appalto

NORME TECNICHE - IMPIANTI

Pagina lasciata intenzionalmente bianca.

PRESCRIZIONI TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI

1. INTRODUZIONE

Il presente documento intende definire le prescrizioni esecutive e prestazionali delle opere a base d'appalto e costituisce un'integrazione degli aspetti non espressamente definiti dagli altri elaborati di progetto (relazioni ed elaborati grafici).

Per la descrizione tecnica dettagliata delle opere previste si rinvia alla relazione tecnica specialistica ed agli elaborati grafici facenti parte del progetto degli impianti elettrici e speciali.

Saranno invece oggetto del presente documento aspetti di carattere tecnico inerenti a:

- Modalità esecutive delle lavorazioni
- Norme di misurazione dei lavori
- Criteri di accettazione dei materiali
- Verifiche e prove
- Specifiche prestazionali dei componenti

Le prescrizioni che seguono hanno carattere generale e pertanto possono talvolta comprendere apparecchiature e materiali non previsti nel presente appalto. Esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

Nel caso siano richieste caratteristiche diverse da quelle indicate in questo documento esse saranno chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

In caso di discrepanza o contrasto tra i vari elaborati facenti parte del progetto, si stabilisce sin d'ora la seguente graduatoria di priorità:

1. Bando di gara
2. Contratto
3. CSA
4. Elenco Descrittivo delle Voci
5. Relazioni generali e/o tecniche
6. Tavole grafiche

In ogni caso gli elaborati a carattere specifico prevalgono su quelli a carattere generale.

Resta inteso che l'Appalto comprende la fornitura, la posa in opera, la messa in servizio, le prove e collaudi funzionali di tutti i componenti necessari per ottenere un impianto a regola d'arte, completo e perfettamente funzionante. La realizzazione delle opere di cui trattasi dovrà essere completata dall'Appaltatore nei tempi definiti dal Cronoprogramma allegato e con modalità rispondenti alla normativa tecnica ed alle specifiche indicate nel presente documento e negli altri elaborati di progetto facenti parte integrante del contratto.

Ovviamente, se nel corso dei lavori fosse emanata una nuova norma attinente i lavori stessi, la Ditta dovrà segnalarla alla DL e concordare con la stessa le eventuali modifiche per rispondere alle nuove prescrizioni.

2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito potranno essere impiegati i termini "Amministrazione Appaltante", "Stazione Appaltante (SA)" e "Committente": essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il COMMITTENTE dell'Opera.

Inoltre potranno essere utilizzati i termini "Impresa", "Consorzio di Imprese", "Associazione temporanea di Imprese (ATI)", "Ditta", "Appaltatore", "Esecutore": anch'essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il soggetto

APPALTATORE dell'opera.

Infine, per comodità, vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- AD Azienda distributrice di energia elettrica, e/o di gas, e/o di acqua
- ag Rapporto tra l'accelerazione al suolo in caso di sisma e l'accelerazione di gravità $g=9.81m/s^2$
- ARERA Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ex Autorità per l'Energia elettrica, il Gas ed il Sistema Idrico)
- AT Alta Tensione (superiore a 30 kV)
- BT o bt Simbolo generico di "Sistema di bassa tensione in c.a.": nel caso specifico sta per 400/230V
- CCIAA Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
- CEI Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA Capitolato Speciale di Appalto
- DL Direzione dei Lavori, generale o specifica
- IMQ Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- PU Prezzo Unitario
- SA Stazione Appaltante
- SIL Sistema Italiano Laboratori di prova
- UNEL Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- VVF Vigili del Fuoco
- UPS Gruppo di continuità assoluta

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati citati, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

3. PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE

3.1. PRESCRIZIONI DI LEGGE

Gli impianti oggetto dell'appalto dovranno essere realizzati osservando le prescrizioni di Legge vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori stessi ed in particolare quelle di seguito indicate e testi correlati (l'elenco non ha carattere esaustivo).

- Legge n° 186 del 01/03/1968 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche
- Legge n° 791 del 18/10/1977 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici
- D.M. 22 gennaio 2008, n.37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- D.Lgs. n° 81 del 2008 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (c.d. "Testo Unico sulla Sicurezza")

- D.Lgs. n° 106 del 3 agosto 2009 recante “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- Direttiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione (c.d. Direttiva bassa tensione)
- Direttiva Macchine 2006/42/CE
- D.P.R. 16/12/1992, n.495 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
- D.M. 10/7/2002 - Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo.
- D. M. 11 gennaio 2017 “Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili
- D.M. 27 settembre 2017 "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica".

3.2.PRESCRIZIONI NORMATIVE

Gli impianti oggetto dell'appalto dovranno essere realizzati osservando le norme vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori stessi ed in particolare quelle di seguito indicate e testi correlati (l'elenco non ha carattere esaustivo).

3.2.1.Comuni

- Normative INAIL (ex ISPELS)
- Normative d'unificazione UNI - CIG - UNEL
- Prescrizioni del Ministero dei Lavori Pubblici per l'installazione di gruppi elettrogeni
- Prescrizioni e raccomandazioni delle A.S.L.
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica
- Prescrizioni e raccomandazioni della TELECOM Italia S.p.a o altro fornitore telefonia fissa
- Marchio IMQ o di corrispondenti organismi per tutti i materiali elettrici

3.2.2.Impianti elettrici

Norme CEI (comitati tecnici):

- CT 0: Applicazione delle Norme e testi di carattere generale (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT0, attinenti alle opere da eseguire)
- Norma CEI 0-16 – “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- CT 1/25: Terminologia, grandezze e unità (ex CT1/24/25) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT1/25, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 2: Macchine rotanti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT2, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 3: Strutture delle informazioni, documentazioni e segni grafici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT3, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 7: Materiali conduttori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT7, attinenti alle opere da eseguire)

- CT 8/28: Tensioni, correnti e frequenze normali / Coordinamento degli isolamenti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT8/28, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 9: Sistemi e componenti elettrici ed elettronici per trazione
- CT 11: Linee elettriche aeree e materiali conduttori
- CT 13: Apparecchi per la misura dell'energia elettrica e per il controllo del carico (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT13, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 14: Trasformatori
- CT 15/98: Materiali isolanti - Sistemi di isolamento (ex CT15/63) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT15/98, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 16: Contrassegni dei terminali e altre identificazioni (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT16, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 17: Grossa apparecchiatura (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT17, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 20: Cavi per energia (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT20, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 21/35: Accumulatori e pile (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT21/35, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 22: Elettronica di potenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT22, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 23: Apparecchiatura a bassa tensione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT23, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 31: Materiali antideflagranti
- CT 32: Fusibili (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT32, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 33: Condensatori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT33, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 34: Lampade e relative apparecchiature (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT34, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 37: Scaricatori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT37, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 38: Trasformatori di misura (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT38, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 40: Condensatori e resistori per apparecchiature elettroniche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT40, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 44: Equipaggiamento elettrico delle macchine industriali (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT44, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 46: Cavi simmetrici e coassiali, cordoni, fili, guide d'onda, connettori per radiofrequenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT46, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 55: Conduttori per avvolgimenti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT55, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 56: Fidatezza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT56, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 57: Telecomunicazioni associate ai sistemi elettrici di potenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT57, attinenti alle opere da eseguire)

- CT 59/61: Apparecchi utilizzatori elettrici per uso domestico e similare (ex CT107) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT59/61, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 64: Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT64, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 65: Controllo e misura nei processi industriali (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT65, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 66: Sicurezza degli strumenti di misura, controllo e da laboratorio (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT66, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 70: Involucri di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT70, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 79: Sistemi di rilevamento e segnalazione per incendio, intrusione, furto, sabotaggio e aggressione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT79, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 81: Protezione contro i fulmini (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT81, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 82: Sistemi di conversione fotovoltaico dell'energia solare
- CT 85: Strumenti di misura delle grandezze elettromagnetiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT85, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 86: Fibre ottiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT86, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 89: Prove relative ai rischi da fuoco (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT89, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 94: Relè elettrici a tutto o niente (ex CT94/95, ex CT41) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT94, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 95: Relè di misura e dispositivi di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT95, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 96: Trasformatori di sicurezza ed isolamento (ex SC14D) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT96, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 99: Impianti elettrici di potenza con tensioni nominali superiori a 1 kV in corrente alternata (ex SC11A)
- CT 100: Sistemi e apparecchiature audio, video e multimediali (ex CT 84/60, SC 12A, SC 12G) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT100, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 103: Radiotrasmissioni (ex SC103) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT103, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 104: Condizioni ambientali. Classificazioni e metodi di prova (ex CT50, CT75) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT104, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 106: Esposizione umana ai campi elettromagnetici (ex CT211) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT106, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 108: Sicurezza delle apparecchiature elettroniche per tecnologia audio/video, dell'informazione e delle telecomunicazioni (ex CT 74, CT 92) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT108, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 109: Coordinamento degli isolamenti per apparecchiature a bassa tensione (ex SC28A) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT109, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 205: Sistemi bus per edifici (ex CT83) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT205, attinenti alle opere da eseguire)

- CT 210: Compatibilità elettromagnetica (ex CT110) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT210, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 216: Rivelatori di gas (ex CT 116) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT216, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 301/22G:Azionamenti elettrici (ex CT301, SC22G) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT301/22G, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 304: Interferenze elettromagnetiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT304, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 305: Apparati e sistemi terminali di telecomunicazioni (ex SC303B, 303E/F) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT305, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 306: Interconnessione di apparecchiature di telecomunicazione (ex SC303L) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT306, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 307: Aspetti ambientali degli impianti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT307, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 308: Impatto ambientale di materiali e prodotti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT308, attinenti alle opere da eseguire)

Altre norme

- Norma UNI 9795 – Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
- Tabelle CEI-UNEL per il dimensionamento dei cavi elettrici
- Guida tecnica CEI 214-13 o Rapporto tecnico UNI/TR 11218 – “Pannelli a Messaggio Variabile – Caratteristiche in funzione degli ambiti applicativi”
- D.M. Infrastrutture e dei Trasporti del 14/09/2005 – “Norme di illuminazione delle gallerie stradali”

Riferimenti Normativi per il Dimensionamento dei Cavi

- CEI 20-22 Metodi di prova comuni per cavi in condizione d'incendio
- CEI 20-67 Descrive la guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio di 0,6/1 kV
- UNEL 35024/1 Descrive la portata di corrente in regime permanente in aria per cavi elettrici aventi tensioni di esercizio fino a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.
- UNEL 35026 Descrive la portata di corrente in regime permanente per la posa interrata per cavi elettrici aventi tensioni di esercizio fino a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.
- IEC 60331 “Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity
- IEC 60331-25 “Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 25: Procedures and requirements - Optical fibre cables”
- DIN 4102-12 “Comportamento davanti al fuoco degli elementi e dei materiali da costruzione, resistenza al fuoco dei sistemi di cavi elettrici necessaria per mantenere l'integrità del circuito”
- Circolare del Ministero dell'Interno del 5/10/2017 (prot. U.0013107), “Utilizzo dei cavi elettrici nelle gallerie stradali”

Si sottolinea che, tutti i cavi previsti per l'opera in oggetto dovranno essere rispondenti al CPR (regolamento prodotti da costruzione UE 305/11), dotati di marcatura CE e provvisti di dichiarazione di performance. In particolare, per l'opera in oggetto la tipologia di cavo ammessa, considerando il livello di rischio basso e medio sono:

- per livello di rischio basso (per impianti esterni), euroclasse Cca - s3, d1, a3
- per livello di rischio medio (per impianti in galleria), euroclasse Cca - s1b, d1, a1
- per livello di rischio alto (per impianti in galleria in presenza di rischi particolari), euroclasse B2ca - s1a, d1, a1

Illuminazione

- Norma UNI 10819 – Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- Norma UNI 11095 – Illuminazione delle gallerie
- Norma UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norme UNI 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- Norme UNI 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- Norme UNI 13201-4 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- Norme UNI 13201-5 - Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche
- Norma UNI EN 12464-1 – Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni
- Norma UNI EN 12464-2 – Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- Norma UNI EN 13032-1 – Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- Norma UNI EN 40 - Norme relative ai pali per illuminazione pubblica
- Norma UNI EN 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza
- Norma CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza
- Norma CEI EN 50171: Sistemi di alimentazione centralizzata
- Norma UNI 11222: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo
- Norma CEI EN 60598 - 1 - Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- Norma CEI EN 60598 2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza
- Norma UNI EN 16276 - "Illuminazione di evacuazione nelle gallerie stradali"

Automazione

- Norma EN 50178 - Electronic equipment for use in power installation
- Norma CEI EN 60073 - Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori
- Norma CEI EN 60447 - Interfaccia uomo-macchina. Principi di manovra
- Norma CEI EN 60204 - Equipaggiamenti elettrici di macchine industriali.
- Norma CEI EN 60617 - Segni grafici per schemi
- Norma CEI EN 61800 - Azionamenti elettrici a velocità variabile
- Norma CEI EN 61131-1 - Controllori programmabili - Parte 1: Informazioni generali

- Norma CEI EN 61131-2 - Controllori programmabili - Parte 2: Specificazioni e prove delle apparecchiature
- Norma CEI EN 61131-3 - Controllori programmabili - Parte 3: Linguaggi di programmazione
- Norma CEI EN 61131-5 - Controllori programmabili - Parte 5: Comunicazioni
- Norma CEI EN 61131-6 - Controllori programmabili - Parte 6: Sicurezza Funzionale

Compatibili elettromagnetica

- Norma CEI EN 61000-6-1 "Generic standards. Immunity for residential, commercial and light-industrial environments".
- Norma CEI EN 61000-6-3 "Generic standards. Emission standard for residential commercial and light-industrial environment".
- Norma CEI EN 60950-1 "Information technology equipment – Safety; Part 1: General requirements".
- Norma CEI EN 62479 "Assessment of the compliance of low power electronic and electrical equipment with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10MHz to 300 GHz)".

Segnaletica

- Norma UNI EN 12966 - Segnaletica verticale per il traffico stradale - Pannelli a messaggio variabile
- Rapporto tecnico UNI/TR 11218: 2007 "Pannelli a messaggio variabile - Caratteristiche in funzione degli ambiti applicativi"
- Norma UNI EN 12899-1 - Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 1: Segnali permanenti

Comunicazione

Norme CEI / EN / IEC

- ISO/IEC 11801 - Information technology – Generic cabling for customer premises
- Norma CEI EN 50173 – "Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato"
- Norma CEI EN 50174 – "Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio"
- Norma CEI EN 50310 – "Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione"
- Tabella CEI-UNEL 36011- "Cavi per sistemi di comunicazione - Sigle di designazione"
- Norma CEI EN 60793-2 – "Fibre ottiche - Parte 2: Specifiche di prodotto – Generalità"
- Norma CEI EN 60793-2-10 – "Fibre ottiche - Parte 2-10: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per le fibre multimodali di categoria A1"
- Norma CEI EN 60793-2-50 – "Fibre ottiche - Parte 2-50: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per fibre monomodo di classe B"
- Norma CEI EN 60794-2 – "Cavi a fibre ottiche - Parte 2: Cavi per interni - Specifica settoriale"
- Norma CEI EN 60794-3 – "Cavi in fibra ottica - Parte 3: Specifiche settoriali - Cavi da esterni"
- Norma CEI EN 60825-1 – "Sicurezza degli apparecchi laser"
- Norma CEI EN 60874-1 – "Connettori per fibre e cavi ottici"

- Norma CEI EN 61073-1 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi in fibra ottica - Giunti meccanici e protezioni di giunti a fusione per fibre e cavi ottici - Parte 1: Specifica generica”
- Norma CEI EN 61300-2-2 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 2-2: Prove - Resistenza all’usura della connessione”
- Norma CEI EN 61300-3-6 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 3-6: Esami e misure - Attenuazione di riflessione”
- Norma CEI EN 61300-3-34 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 3-34: Esami e misure - Attenuazione di connettori accoppiati in modo casuale”

Norme ITU

- ITU-T G.650 - Definition and test methods for the relevant parameters of singlemode fibres
- ITU-T G.651 - Characteristics of a 50/125 mm multimode graded index optical fibre cable
- ITU-T G.652 - Characteristics of a single-mode optical fibre cable
- ITU-T G.653 - Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable
- ITU-T G.654 - Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre cable
- ITU-T G.655 - Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable

Norme IEEE

- IEEE 802.3i - 10BASE-T 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over twisted pair
- IEEE 802.3j- 10BASE-F 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over Fiber-Optic
- IEEE 802.3u - 100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX Fast Ethernet at 100 Mbit/s (12.5 MB/s) w/autonegotiation
- IEEE 802.3z - 1000BASE-X Gbit/s Ethernet over Fiber-Optic at 1 Gbit/s (125 MB/s)
- IEEE 802.3ab - 1000BASE-T Gbit/s Ethernet over twisted pair at 1 Gbit/s (125 MB/s)
- IEEE 802.3ae -10 Gbit/s (1,250 MB/s) Ethernet over fiber; 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-SW, 10GBASE-LW, 10GBASE-EW
- IEEE 802.3an - 10GBASE-T 10 Gbit/s (1,250 MB/s) Ethernet over unshielded twisted pair (UTP)
- IEEE 802.3aq – 10GBASE-LRM 10 Gbit/s (1,250 MB/s) Ethernet over multimode fiber
- IEEE 802.3ba – 40 Gbit/s and 100 Gbit/s Ethernet. 40 Gbit/s over 1m backplane, 10m Cu cable assembly (4x25 Gbit or 10x10 Gbit lanes) and 100 m of MMF and 100 Gbit/s up to 10 m of Cu cable assembly, 100 m of MMF or 40 km of SMF respectively
- IEEE 802.15.4 - Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)

Norme ANSI/TIA/EIA

- ANSI/TIA/EIA-568-B.3, - Optical Fiber Cabling Component Standard
- ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1, - Additional Transmission Performance Specifications for 50/125 µm Optical Fiber Cables
- ANSI/TIA/EIA 568 C - Cabling Standard
 - ANSI/TIA/EIA 568-C.0 – “Generic structured cabling”

- ANSI/TIA/EIA 568-C.1 – “Commercial building cabling”
- ANSI/TIA/EIA 568-C.2 – “Copper cabling components”
- ANSI/TIA/EIA 568-C.3 – “Fiber cabling components”
- TIA 472C000-B/ICEA S-83-596-2001, Fiber Optic Premises Distribution Cable
- TIA 472D000-B/ICEA S-87-640-1999, Fiber Optic Outside Plant Communications Cable
- TIA 472E000/ICEA S-104-696-2003, Standard For Indoor-Outdoor Optical Cable
- TIA 472F000/ICEA S-110-717-2003, Optical Drop Cables

4. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

4.1.PREMESSA

Di seguito sono descritti i materiali e gli elementi tecnici previsti nella esecuzione delle opere progettate.

Il capitolato precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il capitolato contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

Forniture minori e di completamento quali bulloneria, viteria e minuteria metallica di uso comune non saranno trattate compiutamente in quanto ininfluenti al fine della definizione del costo dell'opera e del relativo livello di prestazione.

Non tutti i componenti e/o le apparecchiature descritte nel presente documento fanno parte degli impianti descritti nel progetto e ciò perché alcune descrizioni si ritengono possano servire per eventuali opere in variante.

Per alcune parti di impianto possono essere allegate specifiche tecniche di dettaglio, alle quali si rinvia, le quali costituiscono parte integrante del presente capitolato tecnico.

Nel caso vengano richieste caratteristiche diverse da quelle indicate in questo documento, esse saranno chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

Tutti gli impianti forniti dovranno essere funzionali e funzionanti e quindi comprensivi di tutti gli oneri previsti o prevedibili, anche se non espressamente indicati, necessari all'impianto in opera funzionante a perfetta regola d'arte.

Gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente capitolato, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Tutto quanto sopra sarà ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

4.2.NOTE GENERALI

Omissis

4.3.PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

4.3.1.Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti deve essere garantita in generale tramite isolamento della parte attiva. Devono essere pertanto adottati quegli accorgimenti (isolamenti rimovibili soltanto mediante attrezzo o distruzione, involucri e barriere tali da assicurare almeno un grado di protezione IPXXB o su superfici orizzontali a portata di mano IPXXD, porte, chiavi, ecc.) idonei ad escludere l'accesso a parti in tensione senza prima aver effettuato tutte le manovre necessarie per il sezionamento dell'impianto e la messa a terra dei conduttori. Si rammenta che in base alle norme CEI 70-1 il grado di protezione è IPXXB quando il dito di prova non può toccare parti in tensione; il grado di protezione è IPXXD quando il contatto a parti in tensione è impedito ad un filo con diametro 1 mm e lunghezza 100 mm. Ogni circuito deve essere dotato di dispositivo onnipolare in grado di garantire sezionamento di tutti i conduttori attivi (quindi neutro compreso).

In particolare si fanno le seguenti prescrizioni:

- L'accesso ai quadri elettrici deve essere reso possibile solo a personale qualificato tramite l'uso di chiavi e/o attrezzi;
- Si devono realizzare tutti gli interblocchi necessari onde evitare chiusure accidentali che possono generare situazioni di pericolo per il personale addetto alla manutenzione;
- Il grado di protezione dei quadri, a porte aperte, deve essere almeno IP2X;
- Uso di dispositivi differenziali con $I_{dn} \leq 30$ mA: essi possono solo concorrere alla protezione contro i contatti diretti ma devono essere sempre integrati con altre misure di protezione.

4.3.2. Protezione contro i contatti indiretti

Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito (vedi paragrafi successivi) è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- Collegamento a terra di tutte le masse metalliche;
- Collegamento al collettore di terra dell'edificio dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le delle tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

4.3.2.1 Sistema TT

La protezione contro i contatti indiretti in un sistema TT deve essere garantita tramite una o più delle seguenti misure:

- Interruzione automatica del circuito mediante protezioni differenziali coordinate con l'impianto di terra
- Utilizzo di componenti di classe II
- Realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento

L'eventuale interruttore differenziale presente sul gruppo di misura non può essere utilizzato ai fini della protezione contro i contatti indiretti. A monte delle protezioni differenziali non devono rimanere masse (comprese le carpenterie di eventuali quadri metallici).

Per l'impianto di terra si rinvia al punto specifico.

Nel caso di utilizzo, a diversi livelli dell'impianto, di più dispositivi differenziali, dovrà essere garantita la selettività di intervento.

4.3.3. Protezione combinata contro i contatti diretti ed indiretti

In ambienti particolari, caratterizzati da elevato rischio di folgorazione (es: piscine), si fa ricorso a sistemi di categoria 0 (bassissima tensione) tipo SELV, PELV o FELV che garantiscono una protezione combinata contro contatti diretti ed indiretti.

Si fanno in merito le seguenti prescrizioni:

- Nei circuiti SELV la tensione non sia superiore a 50 V se in alternata e 120 V se in continua. La sorgente sia costituita da un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI 14-6 o da sorgenti con grado di sicurezza equivalente. I circuiti e le relative masse non devono avere punti a terra e devono essere adeguatamente separati da altri circuiti (posa su condutture separate o provvedimento equivalente). Se la tensione è inferiore a 25 V in alternata o 60 V in continua non è necessario provvedere a protezioni contro i contatti diretti
- Nei circuiti PELV a parte la necessità di prevedere un punto a terra per motivi funzionali devono essere rispettate tutte le indicazioni prescritte per i circuiti SELV
- Nei circuiti FELV (circuiti in bassa tensione non SELV e non PELV) deve essere garantita la protezione contro i contatti diretti. In particolare, la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata dalla protezione del circuito di alimentazione del primario del trasformatore

4.4. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTOCIRCUITI

La protezione contro le sovracorrenti di ogni conduttura deve essere garantita da dispositivi automatici che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si producano sovraccarichi o cortocircuiti (a meno che la sorgente di alimentazione non sia in grado di fornire correnti superiori alla portata della conduttura).

Tutte le protezioni di massima corrente ed eventuali interruttori non automatici di sezionamento dovranno essere coordinate tra loro.

Inoltre i vari dispositivi di interruzione dovranno risultare, per quanto possibile, selettivi fra loro in modo tale da limitare il disservizio all'utente in caso di guasto.

I calcoli di verifica delle protezioni, del loro coordinamento e selettività dovranno essere presentati alla DL prima dell'inizio dei lavori.

4.4.1. Protezione contro i sovraccarichi

Per la protezione contro i sovraccarichi, la corrente nominale del dispositivo automatico deve essere compresa tra la corrente di impiego del circuito e la portata del cavo; la corrente di sicuro intervento del dispositivo automatico non deve essere superiore a 1.45 volte la portata del cavo. I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi possono essere installati lungo la conduttura se a monte non vi sono prese e derivazioni o se non attraversa luoghi a maggior rischio di incendio ed esplosione e se sono rispettate le condizioni appena descritte per tutta la conduttura (a monte ed a valle).

La protezione contro i sovraccarichi deve essere omessa quando l'apertura intempestiva del circuito può essere causa di pericolo (vedi Norma CEI 64-8).

4.4.2. Protezione contro i cortocircuiti

Per la protezione contro i cortocircuiti, il dispositivo di protezione deve avere potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito nel suo punto di installazione ed in caso di cortocircuito deve limitare la sollecitazione termica sulla conduttura protetta entro limiti ammissibili. I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono essere omessi dove l'apertura intempestiva del circuito è fonte di pericolo (vedi Norma CEI 64-8).

Non è necessario proteggere contro il cortocircuito derivazioni di lunghezza non superiore a 3 m purché sia ridotto al minimo il rischio di cortocircuito, non siano in vicinanza di materiali combustibili (ad esempio cavi entro tubo) e non ci si trovi in luoghi a maggior rischio di incendio ed esplosione.

Ogni circuito (o gruppi di circuiti) deve poter essere sezionato dall'alimentazione per permettere di eseguire lavori su o in vicinanza di parti in tensione. Il sezionamento deve essere realizzato con dispositivi multipolari e deve riguardare anche il neutro se distribuito.

4.5. FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA

4.5.1. Forniture in bassa tensione

La fornitura di energia elettrica viene effettuata da parte dell'AD (azienda distributrice, ad es. ENEL o altro distributore) direttamente in bassa tensione e si attesta a gruppi di misura di sua proprietà.

4.5.1.1 Gruppi di utenti

I gruppi di misura devono essere ubicati in posizione preventivamente concordata con il distributore di energia elettrica, preferibilmente in apposito locale o in contenitori ubicati in vani comuni, e devono generalmente risultare accessibili allo stesso distributore anche in assenza degli utenti.

L'impianto d'utente ha inizio dai morsetti a valle del rispettivo gruppo di misura.

Le forniture di energia in bassa tensione prevedono normalmente una potenza contrattuale, scelta tra valori standardizzati.

Generalmente, per potenze medio-basse, l'ente distributore installa un dispositivo atto a limitare la potenza disponibile ad un valore superiore a quello della potenza contrattuale, secondo percentuali di sovraccarico definite nel contratto stesso.

Per potenze medio-alte viene generalmente omesso il limitatore e viene invece installato un misuratore della potenza di picco, al fine di regolare economicamente il prelievo di potenza.

Per queste potenze, il distributore installa generalmente anche un contatore per la misura dell'energia reattiva, onde regolare economicamente, sulla base del contratto di fornitura, gli assorbimenti di energia a basso fattore di potenza.

Le prescrizioni per l'allacciamento alla rete BT dell'Ente o Azienda Distributrice sono contenute nella Norma CEI 0-21 e nei documenti correlati emanati dall' AD stessa.

In particolare, al fine del dimensionamento delle apparecchiature, la Norma CEI 0-21 prevede i seguenti valori di corrente di cortocircuito massima nel punto di connessione:

- 6 kA per forniture monofase
- 10 kA per forniture trifase per utenti con potenza disponibile per la connessione fino a 33 kW
- 15 kA per le forniture trifase per utenti con potenza disponibile per la connessione superiore a 33 kW
- 6 kA per correnti di corto circuito fase-neutro nelle forniture trifase

Il fattore di potenza delle correnti di corto circuito sopra indicate è riportato nella tabella seguente:

Valore della corrente di corto circuito (kA efficace)	Fattore di potenza
I=6	0.7
I=10	0.5
10<I≤20	0.3

4.6.ASPETTI DI PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Laddove sia importante garantire la continuità del servizio in caso di evento sismico, è di vitale importanza che apparecchiature impiantistiche ed impianti, costituenti di fatto degli elementi non strutturali, siano concepite e certificate in modo da non danneggiarsi, nonché essere installate in modo corretto.

Tra gli elementi non strutturali si possono citare:

- Quadri elettrici
- Condotti sbarre
- Gruppi elettrogeni
- UPS / CPS
- Armadi dati
- Caldaie
- Pompe di calore
- Gruppi frigoriferi
- Gruppi di pompaggio
- Unità di trattamento aria
- Ventilatori o unità di ventilazione
- Tubazioni in genere
- Condotti aeraulici
- Serbatoi di accumulo

Diverse considerazioni possono essere svolte in funzione delle caratteristiche del sito in cui questi elementi saranno installati e la relativa classificazione sismica.

4.6.1. Criteri di progettazione degli impianti ai fini antisismici

Come riportato al punto 7.2.4 delle NTC 2018, il presente paragrafo fornisce indicazioni utili per la progettazione e l'installazione antisismica degli impianti, intesi come insieme di: impianto vero e proprio, dispositivi di alimentazione dell'impianto, collegamenti tra gli impianti e la struttura principale.

A meno di contrarie indicazioni della legislazione nazionale di riferimento, della progettazione antisismica degli impianti è responsabile il produttore, della progettazione antisismica degli elementi di alimentazione e collegamento è responsabile l'installatore, della progettazione antisismica degli orizzontamenti, delle tamponature e dei tramezzi a cui si ancorano gli impianti è responsabile il progettista strutturale.

La capacità dei diversi elementi funzionali costituenti l'impianto, compresi gli elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare (vedi punto 7.3.6 delle NTC 2018).

È compito del progettista della struttura individuare la domanda, mentre è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire impianti e sistemi di collegamento di capacità adeguata. Non ricadono nelle prescrizioni successive e richiedono uno specifico studio gli impianti che eccedano il 30% del carico permanente totale del campo di solaio su cui sono collocati o del pannello di tamponatura o di tramezzatura a cui sono appesi, o comunque che superano il 10% del carico permanente totale dell'intera struttura.

In assenza di più accurate valutazioni, la domanda sismica agente per la presenza di un impianto sul pannello di tamponatura o di tramezzatura a cui l'impianto è appeso, si può assimilare ad un carico uniformemente distribuito di intensità $2 F_a/S$, dove F_a è la forza di competenza di ciascuno degli elementi funzionali componenti l'impianto, applicata al baricentro dell'elemento e calcolata utilizzando l'equazione [7.2.1] delle NTC 2018, ed S è la superficie del pannello di tamponatura o di tramezzatura.

Tale carico distribuito deve intendersi agente sia ortogonalmente sia tangenzialmente al piano medio del pannello. In accordo con i criteri della progettazione in capacità gli eventuali componenti fragili devono avere capacità doppia di quella degli eventuali componenti duttili ad essi contigui, ma non superiore a quella richiesta da un'analisi eseguita con modello elastico e fattore di comportamento q pari ad 1.5.

La domanda valutata con i criteri della progettazione in capacità può essere assunta non superiore alla domanda valutata per il caso di comportamento strutturale non dissipativo. Gli impianti non possono essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì devono essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili; gli impianti a dispositivi di vincolo flessibili sono quelli che hanno periodo di vibrazione $T \geq 0.1s$ valutato tenendo conto della sola deformabilità del vincolo. Se si adottano dispositivi di vincolo flessibili, i collegamenti di servizio dell'impianto devono essere flessibili e non possono far parte del meccanismo di vincolo. Deve essere limitato il rischio di fuoriuscite incontrollate di gas o fluidi, particolarmente in prossimità di utenze elettriche e materiali infiammabili, anche mediante l'utilizzo di dispositivi d'interruzione automatica della distribuzione. I tubi per la fornitura di gas o fluidi, al passaggio dal terreno alla costruzione, devono essere progettati per sopportare senza rotture i massimi spostamenti relativi costruzione-terreno dovuti all'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati (vedi punto 7.3.6 delle NTC 2018).

4.6.2. Accorgimenti generali per zone sismiche

Nell'installazione di elementi non strutturali in zone ad alto rischio sismico è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- Utilizzo di strutture di sostegno, e dei relativi sistemi di fissaggio agli elementi strutturali degli edifici, in grado di non danneggiarsi nel caso di eventi sismici (per tipo, caratteristiche e dimensioni dei materiali usati)
- Utilizzo di supporti antivibranti su apparecchiature che per loro natura e specifiche costruttive producono vibrazioni e rumori di intensità variabile (gruppi elettrogeni, unità di trattamento aria, gruppi frigoriferi, compressori, gruppi di pompaggio, ...). Sono adatti allo scopo isolanti elastomerici di gomma naturale o sintetica, isolatori metallici a molla, o sospensioni pneumatiche
- Utilizzo di giunti flessibili su tubazioni di trasporto fluidi
- Nel caso di collegamenti ad apparecchiature (quadri o altro), aumento della lunghezza dei cavi per garantire riserva utile sia a sopperire ad eventuali spostamenti, sia a permettere un eventuale ricollegamento delle linee che dovessero scollegarsi o dovessero subire danni

4.6.3. Prova di qualifica sismica - Apparatrici elettrici

La prova di qualifica sismica dimostra la capacità di un apparato elettrico (quadro elettrico, trasformatore, rack dati) e delle apparecchiature in esso contenute di resistere alle sollecitazioni di un evento sismico, mantenendo le funzionalità essenziali richieste, qualunque sia il quadro selezionato.

Con questi livelli di resistenza, dopo l'evento sismico, all'interno dei limiti e delle condizioni definite, viene garantito:

- che non sia avvenuto il collasso della struttura;
- l'operatività delle apparecchiature (es. interruttori MT, BT, etc.) dopo il terremoto;
- il mantenimento delle caratteristiche meccaniche, IP e IK.

4.6.3.1 Tenuta sismica - Quadri BT

I quadri BT ed MT saranno caratterizzati da una tenuta in caso di sisma compatibile con la classificazione del sito. Questo sarà dimostrato da un apposito Rapporto di Prova redatto da laboratorio accreditato (es. CESI), comprovante il superamento del test di accelerazione, con:

- livello di performance $\geq 2^\circ$ (con il carico massimo previsto);
- valore di picco non inferiore a 1 g per gli assi x e y e 0,8 g per asse z.

Le prove sui quadri elettrici saranno eseguite in conformità alle norme tecniche applicabili. In particolare:

- IEEE 693- IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations
- IEC 60068-2-57 - Environmental testing - Part 2-57: Tests - Test Ff: Vibration - Time-history and sine-beat method
- CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali – Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature

Inoltre, per i quadri elettrici MT è applicabile la norma:

- IEC 62271-210 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 210: Seismic qualification for metal enclosed and solid-insulation enclosed switchgear and controlgear assemblies for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

4.6.3.2 Tenuta sismica – Armadi rack dati

Gli armadi rack dati saranno caratterizzati da una tenuta in caso di sisma compatibile con la classificazione del sito. Questo sarà dimostrato da un apposito Rapporto di Prova redatto da laboratorio accreditato (es. CESI), comprovante il superamento del test di accelerazione, con valore di picco non inferiore al valore di accelerazione (Risposta Sismica Locale RSL) previsto nel progetto $A_{max} = a_g \times S_s \times S_t$, dove:

- a_g = massima accelerazione sismica attesa al sito (in rapporto all'accelerazione gravitazionale);
- S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- S_t = coefficiente di amplificazione topografica.

Le prove sugli armadi rack dati saranno eseguite in conformità alle norme tecniche applicabili. In particolare:

- CEI EN 60068-3-3: Prove ambientali - Parte 3: Guida - Metodi di prova sismica per apparecchiature.
- IEEE 693 - IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations
- TELCORDIA / BELLCORE Technologies Generic Requirements GR-63-CORE - Physical Protection
- ETS 300 019-1-3 - Equipment Engineering (EE); Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment Part 1-3: Classification of environmental conditions Stationary use at weather protected locations

4.6.3.3 Gruppi elettrogeni

I gruppi elettrogeni, se montati e bloccati in modo opportuno, possono essere considerati adatti per applicazioni in zone con rischio sismico riconosciuto.

Componenti ausiliari, quali linee elettriche di distribuzione, refrigeranti e combustibili devono essere poi progettati al fine di sostenere un danno minimo e facilitare le riparazioni in caso di terremoto. Interruttori, quadri di distribuzione e di commutazione rete-gruppo devono poi essere in grado di funzionare durante e dopo eventi sismici, perciò devono essere considerate le disposizioni precedentemente menzionate.

Tra gli accorgimenti che possono essere considerati per rendere un gruppo elettrogeno più adatto all'installazione in zone sismiche, vanno segnalati quelli sul cablaggio per alimentazione e soprattutto per il controllo, che devono essere realizzati in modo da ridurre gli sforzi sui cavi. La disposizione opportuna dei cavi nella struttura, così come l'utilizzo di conduttori cordati anziché a conduttore rigido, aiutano a prevenire guasti a cavi e connessioni causati dalle vibrazioni.

L'Appaltatore sarà quindi tenuto a chiedere ai costruttori la documentazione che provi l'applicazione di tali accorgimenti, al fine di consegnarla alla DL per l'approvazione ed accettazione dei gruppi elettrogeni proposti.

In particolare (ad esempio nel caso di strutture strategiche, impianti di sicurezza), è applicabile la guida CEI 45-100 - Guida tecnica per la qualifica sismica dei gruppi elettrogeni a corrente alternata azionati da motori a combustione interna.

4.6.3.4 UPS e CPS

Gli UPS / CPS saranno caratterizzati da una tenuta in caso di sisma compatibile con la classificazione del sito.

La mantenuta funzionalità in caso di sisma sarà comprovata da un apposito Rapporto di Prova redatto da laboratorio accreditato (es. CESI), comprovante il superamento del test di accelerazione, con valore di picco non inferiore al valore di accelerazione (Risposta Sismica Locale RSL) previsto nel progetto $A_{max} = a_g \times S_s \times S_t$, dove:

- a_g = massima accelerazione sismica attesa al sito (in rapporto all'accelerazione gravitazione);
- S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- S_t = coefficiente di amplificazione topografica.

Le prove su UPS e CPS saranno eseguite in conformità alle norme tecniche applicabili. In particolare:

- CEI EN 60068-3-3: Prove ambientali - Parte 3: Guida - Metodi di prova sismica per apparecchiature.
- CEI EN 60068-2-57: Prove ambientali - Parte 2-57: Prove - Prova Ff vibrazioni, tempo- storia metodo.
- CEI EN 60068-2-6: Prove ambientali - Parte 2: Prove - Prova Fc: Vibrazioni (sinusoidali).

4.7. Gruppi elettrogeni per alimentazione di emergenza

4.7.1. Generalità

All'interno del locale riservato ai gruppi per l'alimentazione di emergenza, gli impianti elettrici dovranno essere in conformità alle indicazioni della norma 64/8, per i locali a maggior rischio in caso di incendio del tipo C ed in ogni caso dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni seguenti:

- I quadri elettrici, gli apparecchi illuminanti, i motori, ecc., dovranno essere di tipo stagno, con grado di protezione non inferiore a IP44; stesso grado di protezione avranno gli eventuali apparecchi di comando e manovra (interruttori, sezionatori di macchina, ecc.); essi dovranno inoltre essere onnipolari, dovranno cioè sezionare tutti i conduttori (escluso quello di terra) costituenti le linee di alimentazione delle utenze su cui sono inseriti
- Il contenitore della batteria di avviamento, viceversa, dovrà avere un grado di protezione almeno pari a IP40
- Dovranno essere impiegati cavi adatti alla posa in ambienti umidi provvisti di guaina esterna protettiva (FG16(O)R16 /FG16(O)M16). Per la loro posa potranno essere usate, a seconda delle necessità, canalette in acciaio zincato di tipo chiuso, munite di coperchi costruite ed installate in modo da presentare un grado di protezione non inferiore a IP40, oppure tubazioni in acciaio zincato UNI 3824 (tubo Manne-smann), oppure tubi rigidi in PVC di tipo filettabile

- Per i collegamenti al gruppo o alle eventuali macchine che possono trasmettere vibrazioni saranno impiegati tubi flessibili con spirale in acciaio zincato di tipo a doppia aggraffatura, e guaina esterna in PVC
- I raccordi alle estremità per il collegamento a cassette, canalette, tubi rigidi, dovranno essere di tipo adatto alle dimensioni del tubo stesso. Non dovranno essere impiegati raccordi con clips strette con viti
- Le canalette portacavi avranno dimensioni tali da consentire la sfilabilità dei cavi; il rapporto tra la sezione e l'area della sezione retta occupata dai cavi non deve essere inferiore a 2
- Il diametro dei tubi portacavi sarà tale che il rapporto con il diametro del fascio di cavi contenuti non sia inferiore a 1,4
- Le derivazioni dovranno essere eseguite su morsettiera entro cassette stagne (IP44) in lega leggera (collegate a terra) o in materiale isolante
- Dovranno essere rese equipotenziali e collegate a terra tutte le tubazioni (dei gas di scarico, di collegamento al serbatoio di stoccaggio, ecc.) entranti o uscenti dal locale, e le masse metalliche indicate sui disegni
- In base a quanto sopra detto, i conduttori di collegamento al quadro e alla batteria saranno posati entro tubi flessibili opportunamente supportati fino al cunicolo. Nel cunicolo saranno posati entro canaletta in acciaio zincato con coperchio distanziata dal fondo del cunicolo stesso
- Adatti raccordi e/o pressacavo garantiranno il mantenimento dei gradi di protezione della cassetta di contenimento della morsettiera, del quadro elettrico, del contenitore della batteria e delle canalette

4.7.2.Motore

Avviamento con motorino elettrico alimentato da batterie al Pb (piombo/acido), e sarà dotato di:

- Raffreddamento ad acqua con pompa di circolazione, valvola termostatica e radiatore con ventilatore soffiante azionato meccanicamente dal motore diesel;
- Volano per gruppo elettrogeno;
- Lubrificazione forzata;
- Regolatore automatico di giri di tipo elettronico, con scarto 0,5% tra vuoto e pieno carico in regime stabilizzato secondo norma, ISO 3046/IV - classe A1;
- Pompa iniezione;
- Pompa alimentazione combustibile;
- Avviamento elettrico 24 V, con corona dentata sul volano, motorino di avviamento e generatore carica batteria;
- Filtri dell'aria;
- Filtri dell'olio e del combustibile a cartuccia;
- Pressostato bassa pressione olio di tipo omologato dal Ministero dell'Interno;
- Termostato alta temperatura liquido refrigerante, di tipo omologato dal Ministero dell'Interno;
- Elettromagnete e/o elettrovalvola di arresto di tipo omologato dal Ministero dell'Interno;
- Impianto preriscaldamento acqua con termostato di inserzione.
- Marmitta residenziale ad alto abbattimento acustico (15 Db alla rumorosità dello scarico);
- Verniciatura nero RAL 9005 resistente a 600°;
- Attenuazione del rumore per assorbimento.
- Scaldiglia di preriscaldamento con termostato.

- Supporti elastici antivibranti appositamente dimensionati di tipo speciale antiolio, autovincolati, sul basamento sopradescritto.
- Coppa olio completa di olio di primo riempimento;
- Condotta di estrazione olio dalla coppa con saracinesca.

Impianto elettrico a bordo macchina sarà realizzato con cavi resistenti all'incendio, installati in tubo in propilene modificato resistente agli oli e agli acidi, resistenza termica 135° e per breve periodo 150°.

4.7.3. Generatore

Alternatore sincrono trifase di tipo protetto adatto all'installazione all'interno, conforme alla norma CEI 2-3 e rispondente alle seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale: valore indicato negli altri elaborati di progetto
- Fattore di potenza del carico: 0,8 in ritardo
- Servizio: continuo
- $I_{cc} = 3I_n$
- Sovraccarichi ammessi (occasionali, seguiti da almeno un'ora di funzionamento a carico nominale o inferiore): 10% per 1ora, 15% per 10 minuti, 30% per 4 minuti, 50% per 2 minuti.
- Tensione nominale: 400 V + N
- Regolazione automatica della tensione da vuoto a pieno carico in regime stabilizzato $\pm 0,5\%$
- n° fasi: 3
- Collegamento avvolgimenti: a stella
- N° poli: 4
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Forma d'onda: Sinusoidale (residuo armonico inferiore al 5% sia a vuoto che con carico trifase equilibrato non deformante)
- Velocità di rotazione: 1500 giri/minuto
- Velocità di fuga: 2250 giri/minuto
- Avvolgimenti: tropicalizzati
- Classe di isolamento: H
- Grado di protezione: IP23
- Rendimento: valore indicato negli altri elaborati di progetto
- Calibrazione tensione: $\pm 5\%$ tramite potenziometro previsto nel regolatore automatico di tensione

4.7.4. Accoppiamento

Accoppiamento diretto tra motore diesel ed alternatore a mezzo semigiunto lamellare e campana intermedia di collegamento;

Il motore e l'alternatore formano così un'unica struttura che permette quindi all'albero dell'alternatore di essere trascinato dal volano motore tramite dischi flessibili lamellari

4.7.5. Basamento

Costituito da un telaio formato da una coppia di longheroni realizzati in lamiera di acciaio pressopiegata, di forte spessore, collegati alle estremità da due testate aventi la stessa sezione dei longheroni, tramite elettrosaldatura.

Opportune traverse, sufficientemente robuste, sono fissate tramite bulloni di grande sezione sull'anzidetto telaio in corrispondenza dei supporti del motore diesel e dell'alternatore.

4.7.6.Serbatoio di servizio o incorporato

A bordo del GE o su cavalletto a parte è posizionato il serbatoio di servizio, realizzato in conformità con le normative vigenti, di adeguata capacità, completo di vasca di raccolta perdite.

Il serbatoio è realizzato in lamiera di acciaio di opportuno spessore, ed è dotato dei seguenti accessori:

- raccordi di alimentazione e troppo pieno
- raccordi di alimentazione e ritorno motore diesel;
- tappo di spurgo vasca di raccolta.
- sensori di livello a quattro livelli,
- indicatore visivo di livello
- n.2 elettropompe di caricamento combustibile (una pompa di riserva)
- pompa manuale di emergenza e di centralina di gestione
- sensore magnetico presenza liquidi in vasca di raccolta
- centralina di gestione

Nel collegamento con il motore saranno interposti dei tratti flessibili corazzati di raccordo.

Per lo scarico del troppo pieno sarà munito di tubazione, priva di qualsiasi organo di intercettazione, fino al serbatoio di servizio o di stoccaggio.

4.7.6.1 Impianto automatico di riempimento del serbatoio di servizio/incorporato

Il controllo per il riempimento del serbatoio di servizio è espletato da un sistema di logica autonomo, integrato nel quadro di comando e controllo o tramite centralina dedicata.

Esso è costituito da due elettropompe (di cui una di riserva), una pompa a mano ed un sistema di valvole che consentono di utilizzare indifferentemente l'elettropompa o la pompa a mano.

I componenti sono montati su una piastra in lamiera ed i collegamenti idraulici sono effettuati con l'ausilio di opportuni bocchettoni, tali da permettere, all'occorrenza, lo smontaggio dell'elettropompa o della pompa a mano, senza limitare l'impiego del componente non interessato alla manutenzione.

Questo sistema provvederà automaticamente al rabbocco del serbatoio di servizio del gruppo elettrogeno, comandando una pompa monofase.

La partenza della pompa avverrà quando il livello scenderà sotto una soglia programmabile dal quadro di comando o tramite centralina dedicata e si fermerà automaticamente al raggiungimento della seconda soglia programmabile. Se per qualsiasi motivo non si dovesse fermare la pompa, verrà raggiunto il livello di sicurezza del galleggiante che la arresterà attivando una segnalazione di "Serbatoio troppo pieno".

Al primo avviamento quindi con serbatoio completamente vuoto bisognerà azionare la pompa in manuale fino allo spegnimento della spia di riserva.

4.7.7.Serbatoio di deposito

Il serbatoio di deposito combustibile dovrà essere del tipo a doppia parete, idoneo per posa interrata all'esterno e completo di:

- sensore di livello e collegamento elettrico alla centralina
- centralina di controllo livello da installare all'interno del locale gruppo elettrogeno completa di scheda per il rimando dei segnali (livello e minimo livello) alla supervisione
- sensore di rilevamento fughe e collegamento elettrico alla centralina

- centralina di controllo fughe carburante da installare all'interno del locale gruppo elettrogeno completa di scheda per il rimando del segnale alla supervisione
- tubazione di mandata completa di valvola di fondo e valvola di intercettazione combustibile comandata da leva a strappo
- tubazione di ritorno
- tubazione di sfiato dei vapori completo di dispositivo antifiamma. La tubazione deve sfociare ad una altezza non minore di 2,5 m dal piano di calpestio e distante 1,5 m da porte o finestre
- tubazione di carico con dispositivo di sovrappieno
- pozzetto di chiusura impermeabile alle acque superficiali.

4.7.8.Batteria

Batteria (o set di batterie) di accumulatori al Pb di tipo ermetico di adeguata capacità completa di:

- Alternatore caricabatterie
- Involucro di contenimento in acciaio verniciato con smalto resistente all'acido previo trattamento con due mani antiruggine. L'involucro dovrà essere costruito in modo da mantenere la batteria sollevata dal pavimento dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP40 e dovrà essere apribile in modo da rendere agevole la normale manutenzione della batteria
- Cavi di collegamento al carica batterie nel quadro elettrico ed al motorino di avviamento protetti da tubo flessibile con spirale interna in acciaio zincato a doppia aggraffatura e guaina in PVC e adatti raccordi di collegamento c.s.d.

Dovranno essere costruttivamente conformi alle norme CEI 21.3/89 e quanto descritto nel capitolo F.03.3.

4.7.9.Scarico dei gas di combustione

Il tubo se non diversamente specificato in altro elaborato di progetto, sarà in acciaio inossidabile AISI 316 saldato e sarà completo di giunto elastico di raccordo, di controflangia di collegamento e, per la parte situata entro il locale, di isolamento termico c.d. per il silenziatore. Sui disegni di progetto e sul computo metrico o specifica dei materiali sono riportati forma e dimensioni trasversali indicative, che dovranno essere verificate in funzione del diametro del collettore di scarico, della quantità di gas da espellere e della lunghezza, dopo che è stata scelta la marca e sentito il costruttore. Il tubo avrà spessore di 1 mm per diametri fino a 100 mm, 1,5 mm per diametri compresi fra 100 mm e 250 mm e 2 mm per diametri superiori a 250 mm e sarà coibentato con almeno 6 cm di lana minerale, avente una densità di 30 kg/mc ed una conduttività termica di 0,035 kcal/mh °C.

4.7.10.Apparecchi per arresto

L'arresto in caso di emergenza dovrà essere possibile agendo sugli apparecchi previsti allo scopo ed installati nella posizione indicata sui disegni. Gli apparecchi consistono in un interruttore per il sezionamento della linea destinata all'alimentazione del carica-batterie e delle scaldiglie, ed in un pulsante agente sul dispositivo di blocco del gruppo. Essi, come indicato negli elaborati di progetto, saranno posti entro cassetta stagna (grado di protezione non inferiore a IP55) in lamiera di acciaio verniciata dotata di portina con vetro frangibile antischeggia e serratura a chiave e di martelletto di frattura con catenella e supporto fissato a parete. La cassetta sarà di tipo sporgente o da incasso a seconda delle esigenze o delle indicazioni della D.L.

4.7.11.Tubazioni per combustibile (gruppi diesel)

Saranno in rame rivestito con guaina in PVC.

Quella di presa avrà diametro 1/2" e sarà munita di valvola di fondo e succheruola. Quella di ritorno avrà diametro 1" 1/4 e sarà portata fino a 10 cm dal fondo del serbatoio.

Le tubazioni, nel tratto all'esterno saranno interrate ed inglobate in un bauletto in cls.

4.7.12. Quadro elettrico

4.7.12.1 Descrizione

Il quadro elettrico di comando e controllo sarà di tipo ad armadio per installazione a bordo macchina, dovrà essere rispondente alle prescrizioni di Legge e conforme alle Norme CEI (in particolare alle Norme 17-113). Sarà costituito da una robusta intelaiatura metallica in profilati di acciaio o in profili tubolari di acciaio con spessore minimo di 2 mm o in lamiera di acciaio piegata ed irrigidita di spessore di almeno 2 mm. L'involucro sarà costituito da pannelli in lamiera di almeno 1,5 mm di spessore ribordati, saldati e fissati all'intelaiatura con viti. La porta sarà apribile a cerniera, dotata di chiusura a chiave e maniglie isolanti e provvista di adeguati irrigidimenti per evitare deformazioni o svergolamenti. Il grado di protezione dell'involucro dovrà essere non inferiore a IP44. Tutte le parti in acciaio del quadro, sia interne che esterne, dovranno essere accuratamente verniciate a forno con smalti a base di resine epossidiche previo trattamento protettivo (sgrassatura, fosfatazione e due mani di antiruggine). Le parti non verniciate, ed in particolare la bulloneria, dovranno essere state sottoposte a trattamenti protettivi superficiali (zincatura, zincocromatura, cadmiatura). Tutti i materiali isolanti impiegati saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma. L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- I cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati aventi sezioni non inferiori a 1,5 mm², dotati di capicorda a compressione isolati e di collari di identificazione. Essi dovranno essere disposti in maniera ordinata e, per quanto possibile, simmetrica entro canalette in PVC munite di coperchio e ampiamente dimensionate
- Le canalette dovranno essere fissate mediante viti autofilettanti, o con dado o rivetti, interponendo in tutti i casi una rondella. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive
- Sulla porta saranno montati solo apparecchi di comando e segnalazione (pulsanti, selettori, commutatori, indicatori luminosi, ecc.) appartenenti ai circuiti ausiliari o strumenti di misura indicatori (esclusi quindi i contattori di misura dell'energia), apparecchi cioè per il collegamento dei quali non siano necessari conduttori di sezione superiore a 1,5 mm². Tali conduttori dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica ed avere lunghezza sufficiente ad evitare sollecitazioni di trazione o strappi a pannello completamente aperto
- Tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra dovranno essere chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori usando colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra)
- Tutti i conduttori in arrivo e/o in partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 16 mm² dovranno essere attestati su morsetti di adeguata sezione di tipo isolato, componibili, montati su guida profilata unificata, e numerati o contrassegnati; quelli aventi sezione superiore a 16 mm² saranno provvisti di adatto capicorda a compressione collegati direttamente agli interruttori ed ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi
- Tutti i conduttori di terra in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati su una sbarra di terra in rame. I conduttori dovranno essere collegati singolarmente mediante viti con dado, rosette elastiche e capicorda ad occhiello
- Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (conformemente a quanto previsto dalle citate Norme CEI 17-13). Il collegamento di quelle mobili o asportabili dovrà essere eseguito con cavo flessibile (cavo N07V-K/ N07G9-K) di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm², muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello
- Sui pannelli frontali saranno riportate, incise con pantografo su targhette in plastica, tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc. Alla consegna degli impianti la Ditta dovrà corredare il quadro con una copia aggiornata degli schemi sia dei circuiti principali che di quelli ausiliari

Il quadro eseguito secondo quanto sopra descritto sarà completo di:

- Display grafico per la visualizzazione di tutte le misure, degli allarmi e dei comandi.

- Strumenti indicatori per la misura della corrente erogata, della tensione fase-fase sia lato rete che lato gruppo della frequenza in uscita dal generatore
- Contatore di funzionamento del gruppo
- Un segnalatore acustico
- Un pulsante per l'arresto d'emergenza
- Un pulsante per l'attivazione della pompa carburante
- Un pulsante di tacitazione dell'allarme acustico
- Interruttori automatici magnetotermici per la protezione delle linee, alternatore, carica batterie, scaldiglie ed un interruttore sulla linea entrante per alimentazione ausiliari (scaldiglie, carica batterie, ecc.)
- Fusibili per la protezione dei circuiti ausiliari e di misura voltmetrici
- Relè ed apparecchi per l'avviamento e l'arresto del gruppo, nonché per il comando della commutazione completamente automatici
- Trasformatore, raddrizzatore, protezioni e dispositivo elettronico di controllo della carica della batteria con il passaggio automatico dalla carica a fondo alla carica di mantenimento e viceversa, a seconda del livello di tensione
- Morsettiera per l'attestazione delle linee in arrivo e tutti gli accessori necessari per il perfetto funzionamento

4.7.12.2 **Funzionamento**

Il quadro elettrico di comando e controllo può essere abbinato a tutti i generatori con potenza da 10 a 2.500 kVA, con tensioni di esercizio da 220 a 460 Volt, 50 o 60Hz, con motori tradizionali.

I componenti standard dell'impianto sono un gruppo elettrogeno, il quadro di comando e controllo, un interruttore di macchina (che varia al variare della potenza del gruppo).

Il quadro elettrico di comando e controllo controlla e rileva tutti i parametri sia del motore che del generatore, è provvisto di una chiave a tre posizioni che imposta il tipo di funzionamento dell'impianto:

- Con chiave posizione 0 quadro spento gruppo in off.
- Con chiave in manuale l'avviamento viene deciso dall'operatore tramite la pressione del tasto "start".
- Con chiave in automatico a seconda della modalità di funzionamento, l'avviamento potrà avvenire tramite contatto esterno, mancanza della rete di riferimento, comando in MOD-BUS, da rete cellulare tramite sms ecc.

Il quadro elettrico di comando e controllo, per poter coprire tutte le esigenze, può essere impostato in tre distinte modalità di funzionamento:

- Modalità manuale
- Modalità automatica
- Modalità Mod-bus

L'impostazione di queste tre modalità avviene tramite l'inserimento di tre microinterruttori.

Modalità manuale

In modalità manuale il quadro può essere usato in due modi, dipendenti dalla posizione della chiave di bordo.

Con chiave posizionata in manuale l'avviamento del gruppo elettrogeno avviene esclusivamente con la pressione del tasto "start" da parte dell'operatore.

Con chiave posizionata in automatico l'avviamento avviene tramite un comando esterno (contatto pulito) che se Attivo, avvia il processo automatico di avviamento e l'eventuale gestione di inserimento del carico.

Il consenso di avviamento può quindi essere dato da dispositivi esterni quali: galleggianti, pressostati, termostati, relè voltmetrici ecc.

Modalità automatica

Con chiave posizionata in manuale l'avviamento del gruppo elettrogeno avviene esclusivamente con la pressione del tasto "start" da parte dell'operatore.

Con chiave posizionata in automatico, il quadro è in grado di operare come sistema di emergenza alla rete, gestendo in modo completo sia l'avvio del gruppo, che la gestione completa della commutazione rete-gruppo nel quadro ATS separato.

Ipotizziamo di essere nella condizione in cui la rete è nei valori normali: il contattore CR è chiuso e l'utilizzo è alimentato dalla rete.

Il quadro elettrico di comando e controllo sorveglia la rete ed in caso di un'anomalia o per l'abbassamento o la mancanza di una fase o per dissimmetria delle fasi stesse, agisce come segue:

- Comanda l'apertura del contattore rete CR;
- Abilita l'avviamento del gruppo, e raggiunto il regime corretto di funzionamento, comanda la chiusura del contattore CG andando ad alimentare l'utilizzo tramite il generatore GE;
- Al ritorno della rete nei valori normali, il quadro elettrico di comando e controllo dopo un ritardo stabilito, apre il contattore gruppo CG e, dopo un secondo, chiude il contattore CR rialimentando in questo modo l'utilizzo con la rete;
- Il gruppo continua a funzionare per almeno un minuto per smaltire il calore eccessivo ed alla fine del tempo di raffreddamento si arresta automaticamente.

Se l'utente dispone di un proprio Il quadro elettrico di comando e controllo con una gestione indipendente della commutazione può usare solo il sensore rete del quadro elettrico per gestirne solo l'avviamento al mancare della rete.

Modalità mod-bus

Con chiave posizionata in manuale l'avviamento del gruppo elettrogeno avviene esclusivamente con la pressione del tasto "start" da parte dell'operatore.

Con chiave posizionata in automatico lo start può essere inviato tramite un messaggio MOD-BUS inviato da una centralina di gestione o da un plc esterno.

Questa applicazione viene utilizzata in abbinamento a centraline di commutazione rete gruppo che lavorano su MOD-BUS.

4.7.12.3 Verifiche per la sorveglianza del gruppo:

N°	Descrizione
1	<u>Mancanza carburante</u> se si attiva questo allarme, bisogna ripristinare il livello del carburante entro il tempo programmato (di default 5 min.) altrimenti il gruppo elettrogeno si arresta automaticamente per evitare lo svuotamento dei filtri del gasolio.
2	<u>Riserva carburante</u> se attivo indica il preallarme che anticipa la mancanza carburante (di default e programmato al 5%).
3	<u>Avaria dinamo</u> indica un malfunzionamento della dinamo carica batteria, richiede l'intervento di un tecnico. Se abilitato provoca l'arresto automatico del motore.
4	<u>Bassa pressione olio</u> indica un mal funzionamento dell'impianto di lubrificazione motore, verificare il livello dell'olio e se necessario rabboccare, se il problema persiste richiedere l'intervento di un tecnico. Questo allarme provoca l'arresto immediato del motore.
5	<u>Alta temperatura motore</u> indica che la temperatura del liquido di raffreddamento del motore è troppo elevata, verificare il livello ed eventualmente rabboccare, se il problema persiste verificare la pulizia del radiatore e l'eventuale presenza di corpi estranei che limitano il passaggio d'aria ai setti di aspirazione o allo stesso radiatore. L'alta temperatura del motore può essere anche provocata da un prolungato sovraccarico del motore, se così fosse limitare il carico applicato. Se si ripresenta il problema richiedere l'intervento di un tecnico. Questo allarme provoca l'arresto automatico e il raffreddamento del motore

N°	Descrizione
6	Basso livello acqua radiatore indica che manca liquido refrigerante nel motore, arrestare il motore appena è possibile lasciare raffreddare la macchina, ripristinare il livello come indicato dal manuale di servizio del motore. Questo allarme genera solo un avviso (allert) ma il gruppo elettrogeno continua a funzionare regolarmente
7	Presenza acqua nel gasolio indica la presenza di acqua del carburante, fermare la macchina e ripulire i filtri e il serbatoio, il funzionamento in queste condizioni potrebbe danneggiare gravemente l'impianto di iniezione. Questo allarme genera l'arresto della macchina solo se programmato
8	Minima tensione batteria indica che la batteria è scarica, provvedere alla ricarica o alla sostituzione
9	Massima tensione batteria indica che l'alternatore carica batteria (dinamo) stà caricando troppo e si rischia di danneggiare sia la batteria che l'equipaggiamento elettrico della macchina, richiedere l'intervento di un tecnico. Questo allarme provoca l'arresto automatico del gruppo solo se programmato
10	Alta temperatura acqua indica il preallarme che anticipa l'allarme alta temperatura motore (segnale da sonda analogica) soglia programmabile. Il preallarme non provoca l'arresto del gruppo
11	Pressione olio insufficiente indica il preallarme che anticipa l'allarme bassa pressione olio, (segnale da sonda analogica) soglia programmabile
12	Minima temperatura acqua indica che la temperatura del motore è molto bassa e pertanto va verificata l'efficienza della scaldiglia motore, se presente. E' possibile avviare il motore anche in presenza di questo allarme, però si consiglia di far girare la macchina a vuoto o con poco carico fino a che le temperature del motore si alzano di qualche decina di gradi. La soglia è programmabile (di default è 0°)
13	Sensore olio guasto indica che il pressostato dell'olio non si è richiuso a motore fermo. Questo sensore è determinante per il corretto funzionamento della macchina pertanto è impossibile avviare il motore con questa anomalia, richiedere l'intervento di un tecnico per la sostituzione del sensore dell'olio o al ripristino del cablaggio elettrico.
14	Mancato avviamento indica che dopo i tentativi di avviamento programmati il gruppo non è partito, verificare il circuito di alimentazione del gasolio effettuando uno spurgo manuale. se il problema si ripresenta richiedere l'intervento di un tecnico
15	Mancato arresto indica che il motore non si è arrestato nonostante venga inviato il segnale di stop dal quadro, verificare il corretto funzionamento dell'elettrovalvola del gasolio o dell'elettromagnete di arresto. Con motori con controllo can-bus indica una mancata comunicazione con la centralina del motore, in questo caso per fermare il motore agire sul pulsante di stop montato sul motore. (esempio motori Volvo serie TAD). Per ulteriori verifiche richiedere l'intervento di un tecnico
16	Avaria can-bus indica la presenza di uno o più allarmi inviati dalla centralina del motore, per visualizzare l'elenco degli allarmi spostarsi sulla pag 13 del display, verranno indicati dei numeri di identificazione e tramite il manuale del motore è possibile risalire alla causa del problema. Questa anomalia in base al tipo di gravità può comportare l'immediato arresto del motore
17	Sovraccarico fase L1-2-3 indica che una delle fasi in uscita al generatore stà erogando una corrente superiore al massimo consentito, verificare il carico applicato e se possibile distribuire meglio il carico. Questo allarme provoca l'arresto con raffreddamento della macchina
18	Cortocircuito in uscita indica che c'è un guasto sulla linea di uscita, verificare i collegamenti elettrici tra gruppo e impianto alimentato. Questo allarme provoca l'apertura dell'interruttore di macchina e l'arresto immediato della macchina
19	Tensione fase L1-2-3 troppo alta indica che a causa di un forte squilibrio di carico tra le tre fasi una delle tre tensioni erogate è troppo elevata. Equilibrare meglio il carico applicato su tutte e tre le fasi. Se il problema persiste richiedere l'intervento di un tecnico
20	Tensione generatore troppo bassa indica che la tensione di uscita dal generatore è sotto la soglia minima consentita, verificare che il motore giri correttamente a 50 hz e che il carico applicato alla macchina non sia eccessivo. Per la risoluzione del problema richiedere l'intervento di un tecnico
21	Frequenza/giri troppo alta indica che il motore stà girando ad una velocità maggiore a quella consentita con il rischio di danneggiare sia la macchina che le apparecchiature elettriche collegate. L'attivazione di questo allarme provoca l'immediato arresto della macchina, per la risoluzione del problema richiedere l'intervento di un tecnico

N°	Descrizione
22	Frequenza/giri troppo bassa indica che il motore non raggiunge il corretto numero di giri, verificare l'impianto di alimentazione del gasolio, se il problema si verifica a carico potrebbe essere causato da un'eccessiva richiesta di potenza, pertanto ridurre il carico applicato. Se il problema persiste richiedere l'intervento di un tecnico
23	Ritorno di energia indica che il generatore ha assorbito energia invece di erogarla, verificare se si è effettuato un errato collegamento in parallelo ad una linea già in tensione alimentata da rete o da altro gruppo. Questo allarme può anche essere generato da carichi particolari che in determinate condizioni si comportano da generatori (es. montacarichi, impianti di risalita ecc). L'attivazione di questo allarme provoca l'apertura dell'interruttore e l'arresto del gruppo
24	Intervento protezione differenziale indica che è presente una dispersione a terra nel generatore o nel carico applicato, a pag 10 del display compaiono i valori di taratura del differenziale e il ritardo di intervento impostato, in questa pagina è anche possibile visualizzare in tempo reale la corrente dispersa in modo da valutare la soglia di intervento da impostare (vedi menu impostazione differenziale). L'intervento di questa protezione comporta l'immediata apertura dell'interruttore di macchina e l'arresto del motore dopo la fase di raffreddamento
25	Superamento 1 soglia protezione differenziale indica il preallarme che anticipa l'allarme protezione differenziale, si attiva quando si oltrepassa l'80% della corrente impostata come soglia di sgancio. Questo allarme attiva il cicalino di allarme e permette di allertare l'utente in anticipo
26	Blocco da password indica che è attivo un blocco forzato della macchina, per riattivare il gruppo elettrogeno è necessario inserire una password a 6 cifre
27	Assenza comunicazione can indica che la comunicazione dati tra quadro e centralina motore non avviene correttamente. Verificare i collegamenti dei cablaggi tra quadro e motore, se il problema persiste richiedere l'intervento di un tecnico

4.8. GRUPPI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA (UPS)

I gruppi di continuità assoluta ed i soccorritori in corrente alternata, saranno caratterizzati da ingresso monofase AC e uscita monofase AC per le taglie comprese tra 3 e 6 kVA, ingresso trifase AC ed uscita trifase AC per le taglie tra 10 e 80 kVA, e saranno caratterizzati da a forma d'onda sinusoidale.

4.8.1. Standard di riferimento

L'apparecchiatura dovrà essere rispondente a:

- norme di prodotto CEI EN 62040
- norma CEI EN 50171 "Sistemi di alimentazione centralizzata" (solo per CPS)

Il prodotto dovrà essere certificato CE.

L'azienda fornitrice dovrà essere certificata da ente terzo secondo lo standard ISO 9001:2000.

4.8.2. Caratteristiche generali

L'UPS / CPS sarà composto da:

- Raddrizzatore / Convertitore CC-CC con tecnologia IGBT come dispositivi di potenza pilotati operanti in modulazione ad ampiezza di impulso (PWM), per assicurare una bassa distorsione di corrente di ingresso ed elevato fattore di potenza;
- Carica Batterie;
- Inverter trifase «NR_PHASE_OUT» utilizzante IGBT come dispositivi di potenza pilotati operanti in modulazione ad ampiezza di impulso (PWM) ed un filtro di uscita e regolazione di tipo digitale per mezzo di un processore di segnale (DSP);
- By-pass automatico interno (configurabile);

- By-pass manuale interno;
- Batterie e loro armadio di contenimento, se necessario;
- Armadio di contenimento delle apparecchiature (cabinet): sarà dotato di ruote per favorire la movimentazione durante le operazioni di installazione e manutenzione. La struttura dell'involucro deve essere metallica per soddisfare sia i requisiti di robustezza meccanica e resistenza alle temperature come richiesti dalla EN 61032 ed EN 60958-1

Le caratteristiche principali dell'UPS/CPSS sono di seguito riportate:

	Taglie 3..6 kVA	Taglie 10..80 kVA
Tipo	1F/1F	3F+N/3F+N
Tensione nominale di ingresso	230 V	400V + N
Tensione nominale di uscita	230 V (220/240 selezionabili)	3x380/400/415V+N (selezionabile)
Potenza nominale	valore indicato negli altri elaborati di progetto	
Autonomia in caso mancanza rete	valore indicato negli altri elaborati di progetto	
Rendimento doppia conversione (modo normale)	90%	94.5% a carico nominale
In ingresso al raddrizzatore		
Cosφ verso la rete	≥0.98 (a pieno carico e a tensione nominale)	≥0.99 (a pieno carico e a tensione nominale)
Tolleranza sulla tensione di ingresso	± 20%	da -15 a + 20%
Frequenza di esercizio	50/60 Hz (selezionabile)	
Tolleranza sulla frequenza	±10%	
Distorsione max armonica in ingresso (THDI)	<7% (fino alla 50 ^a armonica)	<3% (fino alla 50 ^a armonica)
Massima corrente di spunto all'accensione	< In	< In (nessuna sovracorrente)
In uscita all'inverter		
Tolleranza tensione uscita in condizioni statiche	± 3%	± 1%
Tolleranza tensione uscita in condizioni dinamiche conforme alla classificazione VF-SS-111 della CEI EN 62040-3 (Voltage Frequency Independent)		
Frequenza	50/60 Hz (selezionabile)	
Sovraccarico ammesso dall'inverter con rete presente	110% per 5 min 130% per 5 min	125% per 10 min 150% per 1 min
Distorsione max della tensione (THDV)	1 % con carico lineare < 7 % con carico distorto	1 % con carico lineare < 6 % con carico distorto
V batterie	commisurata alla potenza dell'UPS/CPS e all'autonomia richiesta	
Livello sonoro	< 60dB	< 70dB

Nel caso di CPS, gli inverter devono inoltre essere in grado di gestire permanentemente il 120% del carico da alimentare per un tempo pari alla durata nominale.

L'apparecchiatura, con tecnologia a IGBT, dovrà essere in grado di:

- Provvedere, in caso di mancanza dell'alimentazione di rete ordinaria, o in caso di guasto intervenuto sul raddrizzatore, all'alimentazione senza interruzione dei carichi collegati tramite batteria
- Fornire, in condizioni normali, sia la carica di mantenimento della batteria, sia l'alimentazione diretta in c.a. ai carichi collegati
- Ristabilire, al ritorno dell'alimentazione di rete, il funzionamento ordinario del raddrizzatore provvedendo alla alimentazione dei carichi collegati e alla ricarica a fondo della batteria di accumulatori
- Fornire una tensione precisa di uscita con la minima introduzione di armoniche in rete

Dovrà inoltre garantire:

- Isolamento galvanico tra utenze e rete (se richiesto negli elaborati di progetto)
- Completa eliminazione delle perturbazioni di rete quali microinterruzioni e fluttuazioni di tensione e frequenza
- Elevata qualità della forma d'onda della corrente erogata

L'energia erogata dall'UPS/CPSS in assenza di rete dovrà essere fornita da batteria di accumulatori mantenuta in carica da carica batterie addizionale. Gli accumulatori devono essere del tipo a ricombinazione di gas (accumulatori ermetici) e pertanto completamente chiusi salvo la valvola di sfogo.

La capacità degli accumulatori dovrà garantire un'autonomia dell'alimentazione alla potenza nominale del UPS/CPS per un tempo adeguato.

L'apparecchiatura dovrà essere inoltre dotata di:

- circuito di by-pass statico automatico;
- protezione backfeed in accordo con i requisiti dello Standard di Sicurezza IEC 62040-1;
- arresto di emergenza per intervento di pulsante remoto.

Per quanto concerne la protezione contro sovraccarichi, corto circuiti e contatti indiretti si possono verificare i seguenti due casi:

- Arrivo unico da rete per commutatore statico – inverter
 - Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da un unico arrivo da rete.
 - Il quadro a monte dovrà prevedere un interruttore automatico di portata adeguata alla corrente assorbita a pieno carico.
- Arrivi indipendenti da rete per commutatore statico - inverter
 - Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da due arrivi da rete indipendenti.
 - Il quadro a monte dovrà prevedere due interruttori automatici di portata adeguata alla corrente assorbita a pieno carico nel caso in cui si opti per la suddivisione fino al quadro, ovvero di un solo interruttore nel caso in cui il circuito di ingresso al raddrizzatore ed il by-pass vengano connessi direttamente sull'apparecchiatura.

La protezione contro i contatti indiretti dei circuiti a valle dell'UPS/CPS deve essere garantita da interruttori differenziali installati immediatamente a monte dello stesso.

Tali interruttori differenziali devono avere corrente differenziale di intervento compatibile con la corrente di dispersione dei filtri in ingresso all'UPS/CPS. Nel caso di ingressi separati non è tuttavia ammessa l'installazione di due interruttori

differenziali. Se ciò è richiesto è necessaria l'installazione di un trasformatore di isolamento da collegare in ingresso al by-pass o al raddrizzatore.

Il dettaglio sui singoli componenti l'apparecchiatura, nella fattispecie:

- Raddrizzatore
- Inverter
- Carica batteria
- By-pass / Commutazione automatica e By-pass manuale
- Accumulatori al piombo
- Altri componenti (pannello di controllo e comando, cavi, ...)

è di seguito riportato.

4.8.3.Raddrizzatore

La sezione raddrizzatore dovrà provvedere alla trasformazione della tensione di rete in tensione continua stabilizzata, necessaria all'alimentazione dell'inverter stesso, nonché alla carica e al mantenimento in carica della batteria.

Sarà un Raddrizzatore / Convertitore CC-CC con tecnologia IGBT come dispositivi di potenza pilotati, operanti in modulazione ad ampiezza di impulso (PWM), per assicurare una bassa distorsione di corrente di ingresso e un fattore di potenza elevato.

4.8.4.Inverter

La sezione inverter trasformerà la tensione continua fornita dalla "sezione raddrizzatore" (o dalla batteria) in una tensione alternata sinusoidale stabilizzata in ampiezza e frequenza.

Si tratterà di un Inverter trifase, «NR_PHASE_OUT» utilizzando IGBT come dispositivi di potenza pilotati, operanti in modulazione ad ampiezza di impulso (PWM). Sarà previsto inoltre un filtro di uscita e regolazione di tipo digitale per mezzo di un processore di segnale (DSP).

Per quanto riguarda la compensazione dovuta alla caduta di tensione introdotta dai cavi di collegamento, l'inverter dovrà essere equipaggiato da un regolatore di tensione che consenta di operare sull'invertitore per compensare tale caduta, innalzando la propria tensione di uscita in funzione della corrente erogata. L'inverter dovrà essere dimensionato infine in modo da poter essere sovraccaricato, quando le necessità lo richiedano. Ovviamente le situazioni in cui l'inverter sarà sovraccaricato sono da considerarsi anomale e pertanto dovranno essere limitate nel tempo. Le condizioni anomale che invece fossero continue potrebbero portare l'inverter a lavorare fuori dei suoi limiti, esponendolo a possibili danneggiamenti pertanto sarà provvisto di un dispositivo che, nel caso si ecceda nelle condizioni di sovraccarico, provveda a disconnetterlo automaticamente. Infine l'inverter dovrà essere protetto contro l'inversione di polarità delle batterie, ovvero non si deve danneggiare se ciò avviene.

4.8.5.Carica batteria

Le batterie saranno caricate ad una tensione controllata da un dispositivo caricabatterie specifico dotato di logica di carica intelligente che determinerà la modalità di carica (floating o intermittente) più adatta alle condizioni di utilizzo. Ciò consentirà di ridurre il fenomeno di corrosione delle piastre e di ottimizzare la durata della batteria. Questo sarà in grado di caricare automaticamente le proprie batterie, completamente scariche, in modo che possano fornire almeno l'80% dell'autonomia specificata entro 12 h dall'inizio carica. Se richiesto dal costruttore delle batterie, deve essere prevista la compensazione automatica della tensione di carica della batteria in funzione delle variazioni di temperatura.

4.8.6.Accumulatori al piombo di tipo ermetico

La batteria di accumulatori sarà del tipo al Pb ermetico regolati a valvola a ricombinazione interna (VRLA), con vita attesa di almeno 10 anni a 20°C ambiente, salvo diversamente specificato nei documenti di progetto.

Dovranno essere classificati come Accumulatori senza manutenzione, essere a bassissima autoscarica, ed essere esenti da presenza di antimonio. Tale sostanza presente in concentrazione minima, grazie alla caratteristica costruttiva degli elementi, consentirà una riduzione della corrente assorbita in carica e quella che provoca l'elettrolisi dell'acqua. I con-

tenitori saranno sempre in materiale plastico acrilanitrilico trasparente traslucido chiusi in modo ermetico da un coperchio dello stesso materiale. Ciascun elemento dovrà essere numerato in modo progressivo.

Le piastre che compongono l'elemento saranno così composte:

- Quelle positive avranno una struttura tubolare conduttrice, ottenuta per pressofusione in lega leggera e priva di antimonio
- Quelle negative saranno di materiale attivo riportato su griglia. Anche per queste varrà il criterio costruttivo di bassa percentuale di antimonio

L'isolamento interno dovrà essere assicurato da un reticolo di tubetti contenenti la materia attiva positiva, con frapposto un separatore microscopico.

Per i CPS, le batterie dovranno essere connesse in due stringhe separate completamente indipendenti, senza punti in comune, e dovranno essere collegate all'apparecchiatura attraverso una connessione a 4 conduttori. Tale configurazione dovrà permettere alla stessa di funzionare in modo batteria e di alimentare il carico per mezzo dell'inverter ad una eventuale mancanza rete di alimentazione. Anche con una delle due stringhe di batteria guasta, monoblocco difettoso o interruzione della continuità elettrica da parte di un monoblocco, dovrà essere possibile durante il funzionamento da batteria alimentare almeno il 70% del carico attraverso l'inverter. Per ogni stringa di batteria dovrà comunque essere previsto un caricabatteria indipendente.

L'apparecchiatura dovrà essere in grado di effettuare in maniera automatica test ciclici sulle batterie per verificarne l'efficienza. Tale test dovrà generare un allarme nel caso vengano rilevate anomalie. Sarà possibile, se sono soddisfatte talune condizioni (batteria carica, rete presente...), eseguire questo test anche manualmente in maniera indipendente dalla schedulazione automatica.

Dovrà essere possibile utilizzare un numero di monoblocchi in serie variabile.

Dovrà essere prevista una protezione contro l'inversione di polarità nel circuito batterie.

Se necessario, le batterie saranno installate in uno o più armadi esterni.

4.8.7.By-pass / Commutazione automatica

La sezione commutazione automatica avrà il compito di commutare istantaneamente e senza interruzione l'alimentazione del carico dell'inverter nel caso di avaria che precluda la continuità di servizio o in caso di sovraccarichi, per cause esterne, oltre i limiti che l'apparecchiatura è in grado di sopportare.

Dovrà essere il complesso di dispositivi che permetteranno di utilizzare direttamente la rete di alimentazione finché le caratteristiche di tensione e frequenza di questa siano compatibili con l'utilizzatore, ma anche di disinserire l'inverter, nel caso di avaria causa forti correnti di spunto o per manutenzione. Sarà composto da una parte automatica e da una manuale. Quella automatica costituita da un circuito elettronico di comando e controllo assolverà le funzioni di invio segnali di riferimento, del controllo della tensione di rete onde evitare la commutazione se non sono verificate le condizioni d'intensità di fase e tensione nei limiti, comando dei tiristori e relativa chiusura del contattore elettromeccanico ove ricorrono le condizioni dei by-pass. Quella manuale si compone di un complesso di sezionatori, interruttori, ecc., che nel caso di manutenzione generale, consentirà l'alimentazione dell'utilizzatore senza perturbazioni. Gli organi di comando dovranno essere identificati chiaramente e accessibili con la massima sicurezza nonché permettere la prova del gruppo dopo una eventuale messa a punto.

4.8.8.By-pass manuale esterno

Se richiesto, l'apparecchiatura potrà essere predisposta per l'installazione di un by-pass manuale esterno, installabile a quadro. Nel caso di funzionamento in modalità senza interruzione la predisposizione non sarà applicabile.

La manovra di by-pass e ritorno dovrà garantire che le operazioni di trasferimento avvengano senza interruzioni per il carico, consentendo poi lo spegnimento e l'isolamento dell'apparecchiatura per eventuali operazioni di manutenzione.

4.8.9.Backfeed-protection

L'apparecchiatura dovrà essere dotata di protezione backfeed in accordo con i requisiti dello Standard di Sicurezza IEC 62040-1.

Questa prevedrà la presenza di una logica di controllo e dei teleruttori di separazione dalla rete installati internamente all'apparecchiatura stessa, nel caso in cui questa lo possa prevedere. Se richiesto nel progetto, dovrà essere approntato dal costruttore un quadro esterno che contenga i teleruttori di separazione, comandati dalla logica di backfeed comunque interna all'apparecchiatura e assolverà anche alla funzione di by-pass manuale esterno.

4.8.10.Altri componenti

4.8.10.1 Armadi di contenimento

Gli armadi saranno in lamiera di acciaio pressopiegata, saldata e verniciata a polvere previo trattamento antiruggine.

Per i CPS, la struttura dell'involucro dovrà essere metallica per soddisfare i requisiti di robustezza meccanica e resistenza alle temperature come richiesti dalla EN 60032 ed EN 60958-1.

4.8.10.2 Pannello di controllo e comando

Il pannello di controllo e comando montato sull'apparecchiatura sarà composto da un sinottico per un primo livello di informazioni e da un display grafico LCD alfanumerico.

Per i CPS, sarà possibile attraverso questo pannello definire la modalità di funzionamento dell'apparecchiatura tra le possibili definite dalla CEI EN 50171.

Le informazioni disponibili tramite il display grafico saranno quanto meno le seguenti:

- stati, allarmi e misure
- storico
- parametri di configurazione
- informazioni utili per la manutenzione preventiva (condizioni d'allarme, cambiamenti di stato di funzionamento, comandi eseguiti dall'apparecchiatura con riferimento di data ed ora)
- ideogrammi che rappresentino le parti costitutive dell'apparecchiatura ed indichino il percorso dell'energia verso il carico.

4.8.10.3 Cavi di collegamento agli utilizzatori

I cavi per il collegamento con gli utilizzatori o con la carica batterie dei poli positivo e negativo della batteria saranno in corda di rame stagnato rigido o flessibile munito alle estremità di capicorda in rame o ottone stagnato di tipo ad occhio fissato per compressione.

I capicorda saranno rivestiti da una guaina termorestringente fino a ricoprire anche parte dell'isolante del cavo.

La connessione al polo sarà protetta con una calotta isolante o con altro sistema equivalente atto ad impedire la possibilità di toccare contemporaneamente le due polarità.

Per la taglia pari a 3 kVA i collegamenti ingresso/uscita saranno realizzati tramite prese IEC320.

4.8.10.4 Connessioni fra gli elementi delle batterie al piombo

Il collegamento fra i poli dei vari elementi sarà ottenuto con tratti di sbarra in rame protetta con piombatura e rivestita da una guaina isolante in materiale autoestinguente.

La connessione a ciascun polo sarà effettuata mediante bulloni in acciaio inossidabile.

I poli, le parti terminali delle sbarre di collegamento ed i bulloni di fissaggio, saranno protetti, se previsto dalle prescrizioni di manutenzione, con un velo di vaselina.

Su ciascun polo sarà posta una calotta in materiale isolante di forma e dimensioni tali da racchiudere, oltre al polo ed al bullone anche parte della guaina isolante che riveste la sbarra di collegamento; ciò affinché non sia possibile il contatto accidentale con parti conduttrici sia sui collegamenti intermedi che su quelli terminali della batteria.

4.8.10.5 Connessioni fra gli elementi delle batterie al nichel-cadmio

Connessioni fra gli elementi delle batterie con tratti di sbarra in acciaio inossidabile o nichelato.

La protezione contro i contatti accidentali con i poli o con le connessioni sarà attenuata mediante calotte di copertura in materiale isolante fissate a scatto su più poli.

4.8.10.6 Interfacce e software di comunicazione

L'apparecchiatura sarà dotata di interfacce di comunicazione con l'esterno, in particolare:

- interfaccia I/O con contatti puliti di ingresso ed uscita che permetta di trattare e di segnalare le informazioni (stati ed allarmi).

Gli ingressi dovranno permettere quanto meno di gestire le seguenti informazioni esterne:

- arresto di emergenza tramite comando esterno
- guasto di isolamento circuito batteria (informazione fornita da un eventuale controllore permanente di isolamento montato all'esterno)
- alimentazione da sistema di riserva

Le uscite dovranno essere disponibili sotto forma di contatti di scambio 2 A – 250 Vac (o, se esplicitamente richiesto negli elaborati di progetto, 2 A – 24 Vdc) e dovranno consentire quanto meno di segnalare:

- allarme generale
- assenza rete
- scarica critica della batteria quando la tensione della batteria è vicina alla soglia di arresto
- funzionamento su by-pass

La configurazione sopra riportata per ingressi ed uscite dovrà comunque essere rimodulabile se richiesto diversamente nel progetto.

- interfacce di comunicazione seriale: 1 porta RS232, 1 porta RS485 entrambe con protocollo JBUS/MODBUS e 1 porta LAN (Ethernet RJ45 \geq 10Mb)

Se richiesto negli elaborati di progetto, per il controllo remoto dell'apparecchiatura la stessa dovrà essere dotata di una ulteriore scheda di comunicazione per rete Ethernet. Dovrà inoltre essere fornito dal costruttore il software per la gestione dell'apparecchiatura dalla rete informatica. Tale software dovrà avere le seguenti dotazioni minime:

- interfaccia utente Web
- sinottico animato dell'apparecchiatura
- visualizzazione sintetica dei diversi parametri dell'apparecchiatura (misure d'ingresso, batteria, utenza...)
- storico degli eventi e registrazione delle misure
- notifica degli allarmi tramite posta elettronica (e-mail)
- telediagnosi con invio delle informazioni tramite e-mail

4.9. QUADRI E APPARECCHIATURE DI BASSA TENSIONE

4.9.1. Generalità

I quadri dovranno essere in grado di sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche in condizione di cortocircuito.

Al fine di verificare la tenuta al cortocircuito (nei casi previsti dalla Norma) la corrente di breve durata (I_{cw}), intesa come corrente che il quadro può sopportare per 1 s dovrà essere superiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione (I_{cp}). Se si considera l'intervento di un dispositivo di protezione installato sul quadro o a monte del quadro, la tenuta al cortocircuito è individuata dalla corrente di cortocircuito condizionata I_{cc} .

La prova di tenuta al cortocircuito non è richiesta nei seguenti casi:

- per i quadri con I_{cw} (o I_{cc}) inferiore a 10 kA

- per i quadri protetti da dispositivi limitatori di corrente aventi una corrente di picco limitata non superiore a 17 kA, in corrispondenza della corrente presunta di cortocircuito massima ammissibile, ai terminali del circuito di entrata del quadro
- per i circuiti ausiliari del quadro previsti per essere collegati a trasformatori la cui potenza nominale non superi i 10 kVA con una tensione nominale secondaria che non sia inferiore a 110 V, oppure non superi 1.6 kVA con una tensione nominale secondaria inferiore a 110 V, e la cui tensione di cortocircuito in entrambi i casi non sia inferiore al 4%
- per tutte le parti del quadro (barre principali, supporti delle barre principali, connessioni alle barre, unità di entrata e di uscita, apparecchi di protezione e manovra, ecc...) che sono già state soggette a prove di verifica valevoli per le condizioni esistenti.

La sovratemperatura raggiunta all'interno del quadro nei confronti dell'ambiente esterno deve essere compatibile con i materiali isolanti utilizzati e con il corretto funzionamento delle apparecchiature installate all'interno del quadro stesso.

I quadri installati dovranno appartenere ad una delle seguenti tipologie (norma CEI EN 61439):

- Quadri di potenza
- Quadri di distribuzione
- Quadri per cantiere
- Quadri per distribuzione di potenza

Ogni quadro elettrico deve essere conforme alle relative norme CEI. La rispondenza alla normativa vigente deve essere certificata dal Costruttore del quadro stesso.

4.9.1.1 Scaricatori da installare nei quadri di distribuzione

L'affidabilità delle moderne apparecchiature e il dimensionamento effettuato nel progetto assicura un elevato grado di disponibilità dell'alimentazione. Il fattore che potrebbe ridurre detta disponibilità è da ricercare negli effetti delle sovratensioni. E' stata pertanto considerata l'applicazione di sistemi di protezione contro gli effetti delle sovratensioni sia di natura atmosferica (cause esterne) che di manovra (cause interne)

A tal fine è imperativa l'installazione di opportuni scaricatori di sovratensione in modo da assicurare che le apparecchiature elettriche ed elettroniche possano espletare le loro prestazioni nominali, anche in presenza di questi disturbi.

Dette protezioni dovranno essere realizzate tramite scaricatori di sovratensione SPD (Surge Protective Device).

E' importante, per una corretta, economica ed efficace applicazione di queste protezioni, che le diverse tipologie di scaricatori che saranno installati siano di unico Costruttore. Ciò anche ai fini della responsabilità complessiva dell'impianto di protezione.

Sugli schemi elettrici sono riportate le disposizioni ed i punti d'installazione degli scaricatori. Tali rappresentazioni sono solo indicative e quindi non vincolanti.

La scelta deve essere fatta sulla base delle distanze in cavo delle varie apparecchiature tra loro interconnesse.

L'Appaltatore dovrà coordinare l'applicazione sia come posizione che tipologia e caratteristiche sulla base delle indicazioni del Costruttore degli scaricatori (SPD).

Gli scaricatori vanno previsti sia sui circuiti di potenza sia su quelli elettronici e di telecomunicazione.

Gli scaricatori vanno installati, salvo diversa indicazione, all'interno dei quadri. In particolare dovranno essere posizionati nel cubicolo o settore del pannello contenente l'arrivo linea, a monte di questi. L'arrivo linea, in questi casi, dovrà essere posto nella parte inferiore del pannello al fine di rendere rettilinea e minima la lunghezza del conduttore di messa a terra dello scaricatore.

4.9.1.2 Sbarre

Le sbarre (ove presenti) saranno ovunque in rame elettrolitico nudo a spigoli arrotondati, contrassegnate in conformità alla normalizzazione CEI-UNEL; solo se richiesto da particolari condizioni ambientali nei locali di installazione dovrà essere prevista la possibilità di stagnare, argentare o inguainare le stesse (se con portata maggiore di 250A), al fine di

prevenire fenomeni di ossidazione. I supporti di sostegno ed ancoraggio saranno in resina poliestere rinforzata; avranno dimensioni e interdistanze tali da sopportare la massima corrente di corto circuito prevista.

4.9.1.3 Cablaggio

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato con cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni della norma CEI 20-21, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale In dell'organo di protezione, e non alla corrente di impiego Ib della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm².

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

4.9.1.4 Morsettiere

Le morsettiere saranno in melamina o altro materiale da approvare, di tipo componibile e sezionabile, con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro, secondo le modalità previste nel presente documento; inoltre, la suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione delle linee in arrivo dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica, o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

4.9.1.5 Collegamenti equipotenziali

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati singolarmente su di una sbarra di terra in rame, completa di fori filettati.

Tutte le parti metalliche ove siano installate apparecchiature elettriche (ad eccezione di quelle con isolamento doppio o rinforzato) dovranno essere collegate a terra mediante collegamento equipotenziale.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione $\geq 16 \text{ mm}^2$.

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capocorda a compressione di tipo ad occhiello.

4.9.1.6 Riserva di potenza e di spazio

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20-25% (salvo diversa indicazione negli specifici documenti di progetto).

4.9.1.7 Marcature

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature saranno conformi alla norma CEI 16-7 e saranno del seguente tipo:

- Targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse, o nelle vicinanze sulla struttura del quadro
- Anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presiglanti termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio
- Cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

4.9.1.8 Designazione dei cavi

Negli schemi, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

- cavo FG17 450/750 V 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez. 1,5 mm², tipo FG17
- cavo FG16R16 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez. 10 mm², tipo FG16R16
- cavo FTG100M1 0,6/1 kV CEI 20-45 3x25: cavo multipolare a tre conduttori di sez. 25 mm², tipo FTG100M1 CEI 20-45

4.9.1.9 Prove e verifiche

Per i quadri BT devono essere previste le seguenti verifiche da parte del costruttore (CEI EN 61439) mediante:

- Verifica con prove di laboratorio
- Verifica con calcoli/misure
- Verifica con la conformità alle regole di progetto (criteri fisico/analitici e deduzioni progettuali)

Rimangono inoltre a carico dell'Appaltatore le seguenti prove:

- Ispezione visiva del corretto cablaggio
- Prova di funzionamento elettrico
- Prova di tensione applicata per un minuto
- Ispezione visiva della correttezza delle misure di protezione contro i contatti diretti
- Controllo della continuità del circuito di protezione

4.9.1.10 Tenuta sismica

I quadri BT saranno caratterizzati da una tenuta in caso di sisma compatibilmente con la classificazione del sito. Questo sarà dimostrato da un apposito Rapporto di Prova redatto da laboratorio accreditato (es. CESI), comprovante il superamento dei seguenti test:

- "High level performance test"
- Accelerazione di picco 1,0 g per gli assi x e y e 0,8 g per asse z

Risulteranno inoltre conformi alle Norme: IEEE 693-2005, IEC 60068-2-57, IEC 62271-210.

4.9.2. Quadri con involucro metallico e protezione contro la corrosione

Il quadro dovrà essere realizzato con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata avente una resistenza agli urti adeguata al luogo di installazione.

Per le caratteristiche elettriche si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Il quadro deve essere chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti.

In caso di porte trasparenti in vetro, dovrà essere utilizzato cristallo di tipo temperato.

Le colonne del quadro dovranno essere complete di golfari di sollevamento.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura deve essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI EN 60439-1).

Per quanto riguarda la struttura deve essere utilizzata viteria antiossidante con rondelle auto graffianti al momento dell'assemblaggio, per le piastre frontali sarà necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino una adeguata asportazione del rivestimento isolante.

Per garantire un'efficace tenuta alla corrosione ed una buona tenuta della tinta nel tempo, la struttura ed i pannelli laterali dovranno essere opportunamente trattati e verniciati.

Questo è ottenuto da un trattamento chimico per fosfatazione delle lamiere seguito da una protezione per cataforesi.

Le lamiere trattate saranno poi verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri, di colore da definire dalla D.L. con spessore medio di 60 micron.

4.10. RIFASAMENTO

4.10.1. Generalità

Qualora si ravvisi l'opportunità di ridurre la potenza reattiva assorbita dall'impianto utilizzatore (anche in relazione alle condizioni contrattuali previste dall'ente fornitore di energia), l'impianto dovrà essere dotato di idoneo impianto di rifasamento atto a riportare il fattore di potenza complessivo verso il valore unitario.

I complessi di rifasamento saranno installati in armadi dedicati (lamiera 20/10) dotati di aperture di ventilazione e/o torrini di ventilazione comandati da termostato.

Se indicato nei documenti progettuali, i complessi di rifasamento potranno essere anche integrati nei quadri elettrici, purché in scomparti separati.

L'impianto di rifasamento deve essere scelto in funzione delle reali esigenze tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- Impianto di rifasamento a compensazione locale con banchi di condensatori fissi: da prevedere per gli apparecchi utilizzatori con elevate ore giornaliere di funzionamento, che presentano potenza superiore a 10-20 kW e basso fattore di potenza (ad es. grossi motori); per motori fino a 15 kW i condensatori possono essere derivati direttamente ai morsetti del motore, mentre per potenze superiori devono essere derivati a monte dell'avviatore mediante un contattore ausiliario azionato dall'avviatore stesso quando il motore è in funzione
- Impianto di rifasamento ad inserzione automatica in relazione al fattore di potenza di prelievo: tale impianto deve essere dimensionato sulla base della massima energia reattiva capacitiva necessaria al contenimento del fattore di potenza entro i limiti concessi da distributore (tipicamente $\cos\phi=0.95$), tenendo conto anche dell'eventuale presenza di impianti di rifasamento per compensazione locale

Nel caso di grossi impianti, potranno essere previsti più impianti di rifasamento a compensazione parziale (posizionando i banchi di condensatori sull'arrivo delle linee ad ogni reparto, nel relativo quadro di distribuzione) oppure un impianto a compensazione globale (posizionando i banchi di condensatori sulle partenze del quadro generale di bassa tensione).

Nel caso di impianto alimentato in MT deve essere installata una batteria di condensatori per ogni trasformatore MT/BT (connessa permanentemente ai morsetti BT). La potenza di tale batteria di condensatori deve essere commisurata alla potenza e alla tipologia del trasformatore.

In ogni caso, l'inserzione dei condensatori deve avvenire in modo da evitare in ogni momento l'assorbimento di energia con fattore di potenza capacitivo.

4.10.2. Regolatore di potenza reattiva

Il dispositivo per l'inserzione automatica/manuale delle batterie di condensatori sarà completo di:

- Trasformatori di misura, collegamenti circuito amperometrico e voltmetrico
- Led presenza tensione
- Led induttivo/capacitivo
- Led segnalazione batterie inserite
- Selettore man/aut.

- Selettore per l'inserzione manuale delle batterie di condensatori
- Potenzimetro per la regolazione del cos ϕ da 0,8 induttivo a 0,9 capacitivo
- Potenzimetro per la regolazione del C/K

Il regolatore effettua anche il controllo della temperatura azionando il torrone di estrazione (ove previsto) al raggiungimento della temperatura impostata; nel caso in cui venga superata una ulteriore soglia limite di temperatura, il regolatore dovrà disattivare automaticamente le batterie di condensatori, attivando nel contempo il relè di allarme; il regolatore dovrà riprendere a funzionare automaticamente al ritorno della temperatura entro i limiti della normalità; due led sul fronte del regolatore segnalano il superamento delle due soglie di temperatura; la temperatura in gradi (°C) può essere rilevata sul display.

4.10.3.Apparecchiature di protezione e comando

Le apparecchiature di comando e protezione dovranno essere montate su piastre separate dai condensatori e saranno accessibili anteriormente.

Date le caratteristiche di assorbimento dei condensatori, il circuito di alimentazione deve essere dimensionato per sopportare almeno 1.5 In.

Le apparecchiature in oggetto sono le seguenti:

- Sezionatore generale tripolare con comando rinviato blocco porta
- Sezionatore tripolare di protezione sulle singole batterie di condensatori, con fusibili di portata adeguata alla potenza reattiva della batteria da proteggere
- Contattori tripolari per l'inserzione dei condensatori con dispositivo di limitazione della corrente d'inserzione dei condensatori; categoria AC-6b con corrente nominale di esercizio $I_e > 1.5 I_n$
- Reattanze di scarica rapida per ridurre la tensione ai morsetti entro un tempo prefissato
- Condensatori cilindrici trifasi a bassissime perdite, di caratteristiche specificate negli elaborati di progetto

Qualora necessario, dovrà essere possibile realizzare una tensione ausiliaria 230 Vca tramite apposito trasformatore installato all'interno del quadro.

4.11. CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI

4.11.1.Cavi e conduttori per bassa tensione

Il Regolamento Prodotti da Costruzione CPR UE305/11 ha introdotto particolari specifiche circa le classi di reazione al fuoco dei materiali da costruzione (compresi i cavi), qualora installati stabilmente all'interno di edifici e di altre opere di ingegneria civile; tali specifiche sono codificate mediante un sistema di classificazione delle prestazioni di reazione al fuoco secondo "euroclassi", con relativi metodi di prova specifici. L'applicabilità ai cavi elettrici è divenuta operativa con la pubblicazione nell'elenco delle Norme armonizzate, ai sensi del Regolamento stesso, della Norma EN 50575 "Cavi per energia, controllo e comunicazioni - Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio".

A livello nazionale, dette specifiche sono recepite dalla tabella CEI UNEL 35016 "Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE Prodotti da Costruzione 305/2011"

Sono ammessi conduttori di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (o marchio equivalente) e rispondenti alla normativa specifica vigente (CEI ed UNEL).

Per quanto concerne il colore dell'isolamento dei conduttori si fa riferimento alla tabella UNEL 00722. Più precisamente:

- Fase R:nero

- Fase S: grigio
- Fase T: marrone
- Neutro: azzurro
- PE: giallo-verde

L'azzurro ed il giallo-verde non potranno essere utilizzati per altri servizi, nemmeno per gli impianti ausiliari, salvo quanto specificatamente previsto dalla normativa tecnica vigente.

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti.

I cavi per energia devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore:

- 1,5 mm² per circuiti luce
- 2,5 mm² per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

A seconda delle applicazioni e delle specifiche di progetto, i cavi possono essere generalmente scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

- Senza guaina: FS17 450/750 V, FG17 450/750 V, H07Z1-K type 2 450/750 V
- Con guaina: FG16(O)R16 0.6/1 kV, FG16(O)M16 0,6/1kV, FG18(O)M16 0,6/1kV, FG18(O)M18 0,6/1kV

In generale, in tutte le situazioni in cui il rischio legato allo sviluppo di gas tossici e corrosivi a seguito di incendio con cavi ordinari è da ritenersi inaccettabile, si prescrive l'utilizzo di cavi tipo "LSOH"; in linea di massima, l'utilizzo di questo tipo di cavi si prescrive per tutti i luoghi a maggior rischio in caso di incendio (c.d. luoghi "MARCI") di tipo "A", secondo la definizione di cui alla norma CEI 64-8/7, ovvero in tutti i luoghi che presentano un livello di rischio incendio classificato come "medio" o "alto" (per i quali le Norme Tecniche di Prevenzione Incendi, di cui al DM 03/08/2015 e ss.mm.ii., richiedono cavi del gruppo "GM2" e "GM1", tali da garantire un livello di prestazione III o IV).

All'esterno, e per gli impianti interrati, devono essere di norma utilizzati cavi con guaina (ad es. tipo FG16(O)R16 0.6/1 kV).

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mm² e isolamento idoneo alle condizioni di posa.

Per alcune applicazioni speciali (ad esempio circuiti di sicurezza) si prescrive l'utilizzo di cavo con guaina del tipo resistente al fuoco (ad es. tipo FTG18(O)M16 0,6/1kV CEI 20-45), **classe di reazione al fuoco B2_{ca}-s1a,d1,a1**.

Infine è ammesso l'uso di condotti sbarre ("elettocondotti prefabbricati"), di tipo compatto o ventilato, ogni volta che sussistano validi motivi tecnico-economici che ne fanno preferire l'uso al posto dei cavi tradizionali (compatibilmente con le esigenze di limitazione nello sviluppo di gas tossici e corrosivi a seguito di incendio).

Ferma restando la prescrizione di suddivisione in canalizzazioni diverse dei cavi afferenti a categorie diverse, tutti i cavi contenuti in una stessa canalizzazione devono essere isolati per la tensione massima prevista dai diversi sistemi presenti.

Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di posa (al più può essere autorizzata, ove motivatamente richiesta, l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione di impianti di illuminazione, peraltro sempre auspicata). Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%. I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna

profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da idonea protezione meccanica (ad es. tubazione di caratteristiche adeguate). Le tubazioni interrato devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni, dotati di robusti chiusini, specie per le aree carrabili. Sulle passerelle possono essere posati solamente cavi con guaina. Le condutture relative a impianti speciali di comunicazione e di sicurezza (quali impianti telefonici, TV, circuiti SELV o PELV, rivelazione incendi, antintrusione, ecc.) vanno tenute tra loro distinte. Le condutture non devono essere posate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi o vapori. Ogni conduttura, nell'attraversare pareti o solai di compartimentazione al fuoco non deve modificarne le caratteristiche in termini di resistenza REI.

Per quanto concerne tipo di posa, raggi di curvatura, temperatura di posa, ecc., si dovranno seguire scrupolosamente le prescrizioni imposte dalle normative che regolano la materia, nonché le raccomandazioni da parte del Costruttore. L'attestazione ai poli delle apparecchiature di sezionamento o interruzione sarà effettuata a mezzo capicorda a pinzare, con pinzatrice idraulica in modo che il contatto tra conduttore e capicorda sia il più sicuro possibile.

I tipi di cavo da utilizzare, nonché la loro formazione, sono definiti negli altri documenti di progetto (in particolare si vedano gli schemi elettrici unifilari dei quadri).

Vengono comunque riportate nel seguito le caratteristiche dei cavi che sono generalmente ammessi, sulla base delle classi di reazione al fuoco stabilite dalla tabella CEI UNEL 35016 e delle prescrizioni contenute nella norma CEI 64-8, in ottemperanza al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR UE305/11.

Per ulteriori dettagli tecnici si rinvia all'Elenco Descrittivo delle Voci.

4.11.1.1 Cavi senza guaina, isolati in PVC, per livello di rischio "basso"

Si tratta di cavi con corda flessibile di rame rosso ricotto e isolante costituito da una miscela di qualità S17 a base di polivinilcloruro (PVC), ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche.

La tipologia di cavo ammessa per questo livello di rischio è codificata come FS17 450/750 V (euroclasse C_{ca} - s3, d1, a3).

NB: a seguito dell'entrata in vigore delle disposizioni legislative associate al citato regolamento CPR UE305/11, la presente tipologia di cavo (o altra migliore) dovrà essere utilizzata anche ogni qual volta gli elaborati di progetto dovessero riportare l'indicazione di cavo tipo N07V-K o H07V-K (secondo vecchia codifica "non CPR"). Ciò avverrà, per l'Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.

4.11.1.2 Cavi senza guaina, con isolamento LS0H, per livello di rischio "medio"

Si tratta di cavi con corda flessibile di rame rosso ricotto e isolante costituito da una miscela termoplastica LS0H di qualità TI7, a base di gomma o altro elastomero, ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche.

Le tipologie di cavo ammesse per questo livello di rischio sono codificate come FG17 450/750 V ed H07Z1-K type 2 450/750 V (euroclasse C_{ca} - s1b, d1, a1).

NB: a seguito dell'entrata in vigore delle disposizioni legislative associate al citato regolamento CPR UE305/11, la presente tipologia di cavo (o altra migliore) dovrà essere utilizzata anche ogni qual volta gli elaborati di progetto dovessero riportare l'indicazione di cavo tipo N07G9-K (secondo vecchia codifica "non CPR"). Ciò avverrà, per l'Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.

4.11.1.3 Cavi con guaina in PVC, isolati in gomma, per livello di rischio "basso"

Si tratta di cavi con corda flessibile di rame rosso ricotto e isolante (utilizzato per l'isolamento delle singole anime) costituito da una miscela di gomma etilpropilenica HEPR ad alto modulo, di qualità G16, ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche; esso garantirà elevata resistenza all'invecchiamento termico, al fenomeno delle scariche parziali e all'Azoto, consentendo maggior temperatura di esercizio dei conduttori.

Sull'insieme delle anime dei cavi multipolari sarà disposto un riempitivo non igroscopico ovvero in gomma ad alta autostinguenza, mentre la guaina esterna sarà realizzata con una miscela in PVC speciale di qualità R16.

La distinzione delle diverse anime dovrà essere eseguita secondo le tabelle UNEL 00722-78 per cavi di tipo "5" (senza conduttore di protezione) e così individuata:

- Unipolari: nero (ogni singola anima dovrà essere distinta con nastratura di differente colore, come per la formazione pentapolare)
- Bipolari: blu chiaro, nero

- Tripolari: nero, marrone, grigio
- Quadripolari: blu chiaro, nero, marrone, grigio
- Pentapolari: blu chiaro, nero, marrone, grigio, nero (per questa formazione si dovrà provvedere a distinguere una delle due anime nere con nastratura di diverso colore)
- Multipolari: nero con numerazione progressiva stampigliata su ogni anima

La tipologia di cavo ammessa per questo livello di rischio è codificata come FG16(O)R16 0.6/1 kV (euroclasse C_{ca} - s3, d1, a3).

NB: a seguito dell'entrata in vigore delle disposizioni legislative associate al citato regolamento CPR UE305/11, la presente tipologia di cavo (o altra migliore) dovrà essere utilizzata anche ogni qual volta gli elaborati di progetto dovessero riportare l'indicazione di cavo tipo FG7(O)R 0.6/1 kV o RG7(O)R 0.6/1 kV (secondo vecchia codifica "non CPR"). Ciò avverrà, per l'Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.

4.11.1.4 Cavi con guaina LS0H, isolati in gomma, per livello di rischio "medio"

Le caratteristiche generali, e la distinzione delle diverse anime, sono sostanzialmente analoghe a quelle descritte nel precedente punto; in questo caso, però, la guaina esterna sarà realizzata con una miscela termoplastica LS0H di qualità M16.

La tipologia di cavo ammessa per questo livello di rischio è codificata come FG16(O)M16 0.6/1 kV (euroclasse C_{ca} - s1b, d1, a1).

NB: a seguito dell'entrata in vigore delle disposizioni legislative associate al citato regolamento CPR UE305/11, la presente tipologia di cavo (o altra migliore) dovrà essere utilizzata anche ogni qual volta gli elaborati di progetto dovessero riportare l'indicazione di cavo tipo FG7(O)M1 0.6/1 kV (secondo vecchia codifica "non CPR"). Ciò avverrà, per l'Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.

4.11.1.5 Cavi con guaina LS0H, isolati in gomma, per livello di rischio "alto"

Le caratteristiche generali, e la distinzione delle diverse anime, sono sostanzialmente analoghe a quelle descritte nel precedente punto; in questo caso, però, l'isolante sarà di qualità G18 e la guaina esterna sarà realizzata con una miscela termoplastica LS0H di qualità M16 o M18.

Le tipologie di cavo ammesse per questo livello di rischio sono codificate come FG18(O)M16 0.6/1 kV ed FG18(O)M18 0.6/1 kV (euroclasse B_{2ca} - s1a, d1, a1).

NB: a seguito dell'entrata in vigore delle disposizioni legislative associate al citato regolamento CPR UE305/11, le presenti tipologie di cavo (o altre migliori) dovranno essere utilizzate anche ogni qual volta gli elaborati di progetto dovessero riportare, rispettivamente, l'indicazione di cavo tipo FG10(O)M1 0.6/1 kV o FG10(O)M2 0.6/1 kV (secondo vecchia codifica "non CPR"). Analogamente, anche laddove gli elaborati di progetto dovessero riportare l'indicazione di cavo tipo FG7(O)M1 0.6/1 kV ma il livello di rischio sia classificato come "alto", si dovrà utilizzare cavo tipo FG18(O)M16 0.6/1 kV (o altro migliore).

In tutti i casi ciò avverrà, per l'Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.

4.11.1.6 Cavi con guaina LS0H, isolati in gomma, resistenti al fuoco

Le caratteristiche generali, e la distinzione delle diverse anime, sono sostanzialmente analoghe a quelle descritte nel precedente punto; in questo caso, però, l'isolante sarà di qualità G18 e la guaina esterna sarà realizzata con una miscela termoplastica LS0H di qualità M16.

Le tipologie di cavo ammesse sono codificate come FTG18(O)M16 0.6/1 kV (classe B_{2ca} - s1a, d1, a1).

4.11.1.7 Prescrizioni di posa dei cavi

I cavi dovranno essere posati con tecniche compatibili alla posizione di posa e, se del caso, i tiri dovranno tenere conto delle massime sollecitazioni meccaniche sopportate dai cavi; gli sforzi di trazione non dovranno perciò superare i limiti previsti dai costruttori.

I cavi su canali/passarelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci; i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie lungo il percorso, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica.

Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare abrasioni dei cavi durante la posa in opera.

Tutti i cavi saranno da fissare ai canali/passarelle, e alle strutture, con apposite fascette di materiale plastico da prevedere:

- Ogni 4-5 m di percorso su passerelle orizzontali
- Ogni 0,5 m di percorso nei tratti verticali od obliqui di salita o discesa

I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali pieni (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

Le curvature dovranno essere effettuate con raggio non inferiore a quello indicato dai costruttori.

I cavi andranno posati con temperature esterne superiori a 3 °C.

Nel caso di più terne di cavi unipolari collegati in parallelo, al fine di assicurare una corretta suddivisione della corrente nei cavi in parallelo e conseguentemente un contenimento del campo magnetico indotto, la disposizione delle diverse fasi deve essere eseguita secondo le indicazioni riportate nelle seguenti tabelle:

Tabella posa cavi con disposizione a trifoglio

Numero di terne nello stesso strato									
n.2		n.3			n.4				
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
R	S	S	R	R	S	R	S	R	S

Cavi posati in orizzontale o in verticale

Numero di terne nello stesso strato(*)														
n.2		n.3			n.4									
R	S	T	T	S	R	R	S	T	R	S	T	T	S	R

(*) Quando i cavi sono posati su strati le disposizioni indicate vanno ripetute in ciascun strato

I circuiti di sicurezza, ovvero quelli che collegano una sorgente di energia centralizzata agli apparecchi di emergenza utilizzati per l'illuminazione di sicurezza, dovranno essere indipendenti dagli altri circuiti, in modo che guasti o interventi sui circuiti ordinari non compromettano il corretto funzionamento dei circuiti di sicurezza.

A tale scopo, dovranno essere realizzate condutture separate da quelle ordinari, cioè cavi posati in tubi o canali distinti, oppure posati nello stesso canale ma con un setto di separazione.

La separazione va poi assicurata anche nelle cassette di derivazione (indipendenti o con setto di separazione) e, se possibile, anche tramite percorsi indipendenti.

4.11.1.8 Identificazione cavi e connessioni terminali

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alla norma CEI 16-7 ed applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti.

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui saranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

4.11.2. Sistemi di posa dei cavi

Sono ammesse le seguenti tipologie di posa:

- Entro tubazioni direttamente interrate
- Entro tubazioni, metalliche o in PVC, in vista o incassate entro struttura: i tubi dovranno avere un diametro tale da consentire un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori
- Entro canalizzazioni in vista di tipo metallico, in vetroresina o in PVC: i cavi dovranno essere disposti in modo ordinato, senza incroci. I cavi andranno legati alle canalizzazioni mediante apposite fascette con regolarità ed in corrispondenza di curve, diramazioni, cambiamenti di quota
- In cunicoli ricavati nel pavimento: i cavi vanno adagiati sul fondo del cunicolo

In ogni caso dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura prescritti dal costruttore.

Particolare attenzione va posta alla posa di conduttori entro tubazioni, onde evitare la formazione di eliche che ne impedirebbero lo sfilamento successivo.

Le derivazioni dalla dorsale verso l'utenza terminale possono essere realizzate solo in corrispondenza di idonee scatole di derivazione con l'uso di morsetti aventi sezione adeguata.

Le linee dorsali dovranno mantenere la stessa sezione lungo tutto il loro sviluppo, salvo diversa ed esplicita indicazione.

Ogni cavo (anche quelli relativi agli impianti speciali) deve essere identificabile, tramite apposita marcatura (fascette o anelli), non solo alle sue estremità ma anche in corrispondenza di ciascuna scatola di derivazione e/o di transito.

Il collegamento terminale sarà costituito da terminazioni adeguate al cavo ed all'apparecchio da connettere.

Non sono concessi aggiustamenti apportati al conduttore o ai capicorda per consentire il loro reciproco adattamento.

I cavi, in corrispondenza delle connessioni terminali, dovranno essere fissati alla struttura portante o alla cassetta tramite pressacavo. Ciò al fine di impedire sollecitazioni, di qualsiasi natura, sui morsetti della connessione.

4.11.3. Attraversamento superfici di compartimentazione

Qualora una conduttura elettrica attraversi elementi costruttivi di un compartimento antincendio (pavimenti, muri, solai, pareti) aventi una resistenza al fuoco specificata, occorre ripristinare la resistenza al fuoco che l'elemento possedeva in assenza della conduttura. Occorre quindi otturare sia il foro di passaggio nel muro rimasto libero sia la sezione rimasta vuota all'interno della conduttura stessa. Non è necessario otturare l'interno dei tubi protettivi se questi sono conformi alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma secondo la norma CEI 23-25 o CEI 23-39, ed hanno un diametro interno non superiore a 30 mm e grado di protezione almeno IP33, inclusa la sua estremità se penetra in un ambiente chiuso. Entrambe le otturazioni possono essere realizzate mediante barriere tagliafiamma e devono comunque avere una resistenza al fuoco almeno uguale a quella dell'elemento costruttivo del compartimento antincendio.

4.11.3.1 **Prodotti per barriera tagliafuoco**

Il sistema di tamponamento dei passaggi cavi mediante componenti vari sarà formato da:

- Pannello in fibre universali da sagomare sul foro interessato
- Fibra ceramica per tamponamento di tutti gli interstizi esistenti tra cavo e cavo o tra pannello e parete
- Mastice di sigillatura a basso contenuto di acqua ed elevata percentuale di materiali solidi. Può essere applicato a spatola come una comune malta cementizia
- Supporti metallici per la realizzazione della barriera

Tutti i materiali per tale esecuzione dovranno essere provvisti di certificazione di collaudo e dovranno essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla DL.

4.11.3.2 Setti tagliafuoco di tipo componibile

Trattasi di passacavi multipli resistenti al fuoco di tipo ad inserti componibili modulari composti da:

- Telaio in profilato di acciaio zincato da installare o annegare alla struttura muraria in maniera che risulti facilitato successivamente il montaggio delle guarnizioni
- Guarnizioni in materiale antifiama resistente ad una temperatura non inferiore a 750°C. Saranno nel numero e nel tipo secondo le esigenze (cavi unipolari o multipolari) e comunque di dimensioni tali da non procurare danni durante la compressione
- Blocchi di riempimento che saranno anch'essi nel numero e nel tipo secondo le esigenze e comunque tali da formare una struttura piena, senza fessurazioni
- Piastra di compressione necessaria al termine dell'assemblaggio onde, tramite apposito bullone, riempire eventuali spazi vuoti

Tale passacavo dovrà essere provvisto di certificazione di collaudo e dovrà essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla DL.

4.11.4. Cavi speciali

Vengono riportate nel seguito le caratteristiche prescritte per i principali cavi da utilizzare per gli impianti speciali; per ulteriori dettagli tecnici si rinvia comunque all'Elenco Descrittivo delle Voci.

In generale, si prescrive l'utilizzo di cavi aventi la tipologia e le caratteristiche previste dal progetto, nonché prescritte dalla legislazione cogente ed indicate dalla normativa di settore.

NB: Il Regolamento Prodotti da Costruzione CPR UE305/11 ha introdotto particolari specifiche circa le classi di reazione al fuoco dei materiali da costruzione (compresi i cavi), qualora installati stabilmente all'interno di edifici e di altre opere di ingegneria civile; tali specifiche sono codificate mediante un sistema di classificazione delle prestazioni di reazione al fuoco secondo "euroclassi", con relativi metodi di prova specifici. L'applicabilità ai cavi elettrici è divenuta operativa con la pubblicazione nell'elenco delle Norme armonizzate, ai sensi del Regolamento stesso, della Norma EN 50575 "Cavi per energia, controllo e comunicazioni - Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio"; per quanto concerne i cavi speciali, questa norma europea riguarda i cavi di comunicazione e controllo ("fili, cavi simmetrici e cavi coassiali con conduttori metallici per l'uso, ad esempio, nelle telecomunicazioni, trasmissione dati, radiofrequenza, video comunicazione e segnalazione, ed apparecchiature di controllo") ed i cavi a fibra ottica ("per l'uso, ad esempio, nelle telecomunicazioni, per la trasmissione dati, radiofrequenza, video comunicazione e segnalazione e apparecchiature di controllo"). In ogni caso, non sono previsti da questa norma i cavi progettati per l'alimentazione elettrica, comunicazione e rilevazione d'incendio ed allarme in edifici ed altre opere di ingegneria civile in cui è essenziale garantire la continuità di alimentazione e/o la fornitura del segnale in impianti di sicurezza (quali allarmi, vie di fuga e impianti antincendio).

A livello nazionale, le specifiche "CPR" sono recepite dalla tabella CEI UNEL 35016 "Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE Prodotti da Costruzione 305/2011" e, ad oggi, applicabili limitatamente ai cavi di bassa tensione e ai cavi speciali sopra citati; al momento della stesura del presente documento, comunque, le tipologie di cavo ammesse per i cavi speciali non risultano completamente disponibili secondo tutte le "euroclassi", in quanto il comparto produttivo è ancora in via di adeguamento.

Resta comunque inteso che, qualora disponibile al momento della stesura del progetto costruttivo e/o dell'installazione del cavo in cantiere, dovrà essere adottata per i cavi la pertinente euroclasse secondo CPR; ciò avverrà, per l'Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.

Quale indicazione generale, in tutte le situazioni in cui il rischio legato allo sviluppo di gas tossici e corrosivi a seguito di incendio con cavi ordinari è da ritenersi inaccettabile, si prescrive l'utilizzo di cavi tipo "LS0H" (anche di tipo "NON CPR", qualora non esistesse sul mercato un prodotto certificato in tal senso); in linea di massima, l'utilizzo di questo tipo di cavi si prescrive per tutti i luoghi a maggior rischio in caso di incendio (c.d. luoghi "MARCI") di tipo "A", secondo la definizione di cui alla norma CEI 64-8/7, ovvero in tutti i luoghi che presentano un livello di rischio incendio classificato come "medio" o "alto" (per i quali le Norme Tecniche di Prevenzione Incendi, di cui al DM 03/08/2015 e ss.mm.ii., richiedono cavi del gruppo "GM2" e "GM1", tali da garantire un livello di prestazione III o IV).

Quale criterio indicativo di scelta (vedi anche edizione vigente della guida CEI 46-136 “Guida alle norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione”), la classificazione dei cavi speciali dovrà essere coerente con quella dei cavi di potenza installati negli stessi luoghi e scelti secondo le regole appositamente introdotte nella norma CEI 64-8:

- laddove siano utilizzabili cavi “ordinari” (livello di rischio “bassissimo”), saranno adottati di preferenza dei cavi che siano comunque certificati secondo euroclasse “Eca”; cavi privi di certificazione “CPR” saranno utilizzabili soltanto laddove i cavi certificati non fossero effettivamente disponibili per la specifica tipologia richiesta;
- per ambienti con livello di rischio “basso”, saranno adottati cavi certificati secondo euroclasse “Cca - s3, d1, a3” o migliore
- per ambienti con livello di rischio “medio”, saranno adottati cavi certificati secondo euroclasse “Cca - s1b, d1, a1” o migliore

In termini generali, cavi aventi classificazioni inferiori a quelle indicate per i diversi ambienti potranno essere accettati soltanto se previsti in quantità modeste e/o soltanto qualora non risulti realmente disponibile sul mercato un cavo, del tipo richiesto, con la necessaria certificazione.

4.11.4.1 Cavi telefonici

Dovranno essere armati di tipo non propaganti l'incendio, costituiti da conduttori in rame, rivestiti con guaina in materiale adeguato, anche sotto il profilo delle classi di reazione al fuoco stabilite dalla Norma EN 50575.

I conduttori avranno diametro nominale minimo pari a 0,9 mm, e le anime saranno cablate a coppie o a quarte.

Il numero di coppie sarà come indicato nei disegni allegati. I cavi dovranno essere costruiti secondo le Norme CEI 46-5, 20-22 II.

4.11.4.2 Cavi per trasmissione dati

Dovranno essere ad una o più coppie secondo gli schemi e le modalità di collegamento proprie delle apparecchiature approvvigionate. I cavi dovranno essere almeno di categoria 6, isolati e dovranno avere bassa capacità, eventuale schermatura globale interna ed eventuale schermatura di superficie del tipo a calza con schermatura della superficie superiore al 65% se indicato negli elaborati di progetto.

I conduttori dovranno essere a trefoli 24 o 23 AWG (secondo indicazioni progettuali); dovranno avere rivestimento esterno in PVC o del tipo LSZH; impedenza nominale 100 ohm, capacità nominale 40 pF/m se non diversamente specificato negli elaborati di progetto. Eventualmente dovranno essere del tipo resistente al fuoco laddove specificato negli elaborati di progetto. Inoltre, i cavi di tipo UTP – S/FTP adatti alla posa all'esterno di locali/vani tecnici, laddove specificato negli elaborati di progetto, saranno dotati di doppio isolamento, costituito da una ulteriore guaina esterna.

I conduttori dovranno essere in rame stagnato con smalto isolante, dovranno avere la schermatura interna di tipo chiuso in alluminio e poliestere, se indicata negli elaborati di progetto, ed essere corredati dei connettori di collegamento terminale alle apparecchiature per collegamenti RS 232/V.24, RS 422, RS 485 ovvero RJ45.

4.11.5. Cavi per rete ModBus RTU

Cavo per reti seriali RS485 in rame ad una o due coppie, schermate con:

- una o due coppie con conduttori flessibili in rame stagnato (24/7 AWG).
- isolamenti in polietilene compatto
- schermatura in nastro AL/PET + filo di continuità in rame stagnato+ treccia in rame stagnato,
- guaina esterna di protezione con isolamento LSZH antifiamma

Caratteristiche tecniche - funzionali:

- Tensione operativa max.: 30 V (non per potenza)
- Resistenza d'isolamento $\geq 2,0 \text{ G}\Omega\text{km}$
- Impedenza: 120 Ω

- Attenuazione $\leq 2,2$ dB/100 m@1 MHz
- Velocità di propagazione: 67%
- Temperatura operativa: -20/+80°C
- Raggio minimo di curvatura: $10 \times \varnothing$ esterno

Standard di riferimento:

- UL 1581 (p.q.a.)
- CEI EN 60332-1 (serie)
- CEI 20-52

4.11.6. Cavi in fibra ottica

Sono di seguito specificate le caratteristiche dei materiali e le caratteristiche costruttive necessarie alla realizzazione dei cavi a fibra ottica nelle seguenti tipologie:

- Cavo a fibre in allestimento: Monomodali 9/125 micron

Il numero ed il tipo di fibra per ciascun cavo sarà quello espressamente indicato negli elaborati di gara, ancorché ridondanti per la funzione effettivamente prevista in fase progettuale.

4.11.6.1 Proprietà "antifiamma" e "zero alogeni"

In generale, si prescrive l'utilizzo di cavi aventi la tipologia e le caratteristiche previste dal progetto, nonché prescritte dalla legislazione cogente ed indicate dalla normativa di settore.

Per quanto riguarda le proprietà di reazione al fuoco dei cavi in fibra ottica, valgono le medesime considerazioni generali già illustrate con riferimento ai cavi speciali.

NB: Il Regolamento Prodotti da Costruzione CPR UE305/11 ha introdotto particolari specifiche circa le classi di reazione al fuoco dei materiali da costruzione (compresi i cavi), qualora installati stabilmente all'interno di edifici e di altre opere di ingegneria civile; tali specifiche sono codificate mediante un sistema di classificazione delle prestazioni di reazione al fuoco secondo "euroclassi", con relativi metodi di prova specifici. L'applicabilità ai cavi elettrici è divenuta operativa con la pubblicazione nell'elenco delle Norme armonizzate, ai sensi del Regolamento stesso, della Norma EN 50575 "Cavi per energia, controllo e comunicazioni - Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio", che tratta anche i cavi a fibra ottica ("per l'uso, ad esempio, nelle telecomunicazioni, per la trasmissione dati, radiofrequenza, video comunicazione e segnalazione e apparecchiature di controllo").

A livello nazionale, le specifiche "CPR" sono recepite dalla tabella CEI UNEL 35016 "Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE Prodotti da Costruzione 305/2011" e, ad oggi, applicabili anche ai cavi in fibra ottica sopra citati (per quanto, al momento della stesura del presente documento, non tutte le tipologie di cavo previste risultino effettivamente disponibili sul mercato).

Resta comunque inteso che, qualora disponibile al momento della stesura del progetto costruttivo e/o dell'installazione del cavo in cantiere, dovrà essere adottata per i cavi la pertinente euroclasse secondo CPR; ciò avverrà, per l'Impresa appaltatrice, a parità di compenso e di altre condizioni contrattuali.

Quale indicazione generale, in tutte le situazioni in cui il rischio legato allo sviluppo di gas tossici e corrosivi a seguito di incendio con cavi ordinari è da ritenersi inaccettabile, si prescrive l'utilizzo di cavi tipo "LS0H" (anche di tipo "NON CPR", qualora non esista sul mercato un prodotto certificato in tal senso); in linea di massima, l'utilizzo di questo tipo di cavi si prescrive per tutti i luoghi a maggior rischio in caso di incendio (c.d. luoghi "MARCI") di tipo "A", secondo la definizione di cui alla norma CEI 64-8/7, ovvero in tutti i luoghi che presentano un livello di rischio incendio classificato come "medio" o "alto" (per i quali le Norme Tecniche di Prevenzione Incendi, di cui al DM 03/08/2015 e ss.mm.ii., richiedono cavi del gruppo "GM2" e "GM1", tali da garantire un livello di prestazione III o IV).

Quale criterio indicativo di scelta (vedi anche edizione vigente della guida CEI 46-136 “Guida alle norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione”), la classificazione dei cavi a fibra ottica dovrà essere coerente con quella dei cavi di potenza installati negli stessi luoghi e scelti secondo le regole appositamente introdotte nella norma CEI 64-8:

- laddove siano utilizzabili cavi “ordinari” (livello di rischio “bassissimo”), saranno adottati di preferenza dei cavi che siano comunque certificati secondo euroclasse “Eca”; cavi privi di certificazione “CPR” saranno utilizzabili soltanto laddove i cavi certificati non fossero disponibili per la specifica tipologia richiesta;
- per ambienti con livello di rischio “basso”, saranno adottati cavi certificati secondo euroclasse “Cca - s3, d1, a3” o migliore
- per ambienti con livello di rischio “medio”, saranno adottati cavi certificati secondo euroclasse “Cca - s1b, d1, a1” o migliore

In termini generali, cavi aventi classificazioni inferiori a quelle indicate per i diversi ambienti potranno essere accettati soltanto se previsti in quantità modeste e/o soltanto qualora non risulti realmente disponibile sul mercato un cavo, del tipo richiesto, con la necessaria certificazione.

4.11.6.2 Fibre ottiche monomodali

Di seguito sono riportate le caratteristiche minime richieste per fibre ottiche in vetro monomodale plurifibra con tubetto singolo.

Caratteristiche costruttive:

- Fibre ottiche in vetro, con colori distintivi per ciascuna fibra
- Tubetto/tubetti di contenimento delle fibre, in materiale plastico
- Riempimento dei tubetti con gel antiumidità o versione “Gel-free” (per cavi CPR)
- Armatura dielettrica in filati di vetro, resistente ai roditori ovvero armatura di protezione in nastro d'acciaio corrugato, con protezione totale dai roditori (ove specificato in progetto)
- Guaina interna in PVC, ovvero in materiale LSOH (nelle versioni con doppia guaina)
- Guaina esterna in PVC, ovvero in materiale LSOH, ovvero in polietilene per posa esterna interrata (ove specificato in progetto)
- Caratteristica di reazione al fuoco EN50575 CPR Cable EuroClass (ove specificato in progetto e/o in funzione del livello di rischio dell'ambiente di installazione)
- Caratteristica di resistenza al fuoco con “continuità funzionale”, in caso d'incendio, delle fibre ottiche secondo norma “IEC 60331-25 Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 25: Procedures and requirements - Optical fibre cables” a 750°C for 90 min. (ove specificato in progetto)

Caratteristiche dimensionali:

- Numero di fibre come richiesto in progetto
- Diametro singola fibra:
 - Anima: 9.2 +/- 0.4 µm
 - Rivestimento: 125 +/- 1 µm
- Raggio minimo di curvatura circa 20 volte il diametro esterno del cavo

Caratteristiche funzionali:

- Tipo di fibra: OS1 (9/125 µm)

- Attenuazione non superiore a:
 - 1310 nm: 0.36 dB/km
 - 1550 nm: 0.23 dB/km
- Dispersione cromatica non superiore a:
 - 1310 nm: 3.5 ps/nm km
 - 1550 nm: 18 ps/nm km
- Lunghezza d'onda di taglio del cavo: non superiore a 1260 nm
- Temperatura di lavoro per posa statica da -20°C a + 70°C
- Adatto per posa in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte

Conforme alle norme tecniche applicabili. In particolare:

- Norme CEI del CT 20 (es. CEI 20-22, CEI 20-35, CEI 20-37 - tranne versione per sola posa esterna)
- Norma CEI EN 50173
- Specifiche IEC 11801, IEC 60973
- Norma EN 50575 CPR Cable EuroClass

4.11.6.3 Giunzione fibra ottica mediante fusione ad arco

Le giunzioni, tra cavo con fibre ottiche e pigtails ovvero tra cavi in fibra ottica, dovranno essere realizzati da operatore qualificato, tramite fusione ad arco con doppio allineamento sul core e sul cladding della fibra.

Per l'esecuzione della giunzione dovranno essere utilizzate:

- apparecchiature di giunzione per fusione ad arco e verifica della tenuta
- attrezzature sguainacavo, sguainafibra, etc.
- taglierine diamantate, microscopi, lappatori automatici/manuali, fornelli, sostegni, etc.
- materiali di consumo specifico per eseguire la giunzione quale carta da lappatura di varia dimensione, resine, tubetti termo restringenti, sistemi per la pulizia, etc.

4.11.6.4 Prova di collaudo e test di accettazione dei cavi a fibra ottica

Tutti i cavi saranno soggetti ad una serie finale di test e prove di collaudo, in fabbrica e definiti come "Test finali di spedizione".

Dovranno essere realizzate le seguenti principali prove (oltre a quanto eventualmente prescritto da specifica normativa):

- Prova di percussione: l'energia d'urto che il cavo deve assorbire senza che si producano variazioni permanenti di attenuazione deve essere di almeno 10J (versioni monotubetto) / 20J (versioni monotubetto) (rif. IEC 60794-1-2-E4); per valori di energia 50J non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif. Racc. CCITT G652): 1 campione per lotto
- Prova di schiacciamento: deve essere possibile sottoporre il cavo senza che si verifichino variazioni permanenti di attenuazione, ad un carico continuativo di almeno 2000 N / 10 cm e ad un carico di picco di almeno 5000 N / 10 cm (rif. IEC 60794-1-2-E3): 1 campione per lotto
- Prova di tiro: il cavo, mediante i suoi elementi di trazione centrale e periferico, deve essere sottoposto a trazione con un carico di 500 N, senza provocare allungamenti elastici delle f.o. superiori allo 0,05% e allungamenti elastici del cavo superiori allo 0,25%: 1 campione per lotto; la trazione sopportabile dovrà essere di almeno 2000 N in fase di posa e di 1000 N in fase di esercizio (rif. IEC 60794-1-2-E1)
- Raggio di curvatura: Deve essere possibile curvare il cavo senza che si riscontrino variazioni permanenti di attenuazione fino ad un raggio di curvatura pari a 20 volte il diametro esterno del cavo: 1 campione per lotto

- Prove climatiche: l'attenuazione delle fibre ottiche a -10°C e +40°C verificata mediante OTDR (riflettore ottico), non dovrà discostarsi dai valori misurati a temperatura ambiente, nell'arco delle tolleranze e degli errori dello strumento di misura; nel campo di temperature -20°C ÷ +60°C gli incrementi di attenuazione dovranno comunque risultare inferiori a 0,10 dB/km (rif. Norme IEC): 1 campione per lotto fornito

L'Appaltatore, in sede di accettazione dei materiali, dovrà produrre le prove di tipo dei cavi e la rispondenza della produzione alle prestazioni sopra indicate. In sede di fornitura le prestazioni dovranno essere confermate sulla campionatura della partita approvvigionata.

4.11.6.5 Cavo telefonico di dorsale multiconduttore

Il cavo dorsale multiconduttore principale sarà del tipo TE 18X2X0,9 Q +2X2X0,5 Q + 8X1.2 / HENE (secondo CEI UNEL 36011) ovvero costituito da:

- n.9 quarte con n.4 conduttori per quarta in rame nudo ricotto, diametro 0,9 mm, ed isolamento in polietilene;
- n.1 quarta con n.4 conduttori per quarta in rame nudo ricotto, diametro 0,6 mm, ed isolamento in polietilene;
- n.8 conduttori in rame diametro 1,2 mm ed isolamento in polietilene;
- fasciatura con nastro sintetico;
- filo di continuità in rame stagnato diametro 0,6 mm;
- schermo in nastro di alluminio avvolto ad elica e coprigiunto;
- armatura in acciaio;
- guaina esterna in polietilene, di colore nero, non propagante l'incendio;
- diametro esterno massimo 27,5 mm;
- resistenza conduttore (diametro 0.9 mm) $\leq 28.4 \Omega/\text{Km}$;
- resistenza conduttore (diametro 1.2 mm) $\leq 16,0 \Omega/\text{Km}$;
- capacità mutua (diametro 0.9 mm) $\leq 43 \text{ nF}/\text{Km}$ per diametro 0.9 mm.

4.11.6.6 Cavo telefonico di derivazione multiconduttore

Il nuovo cavo dorsale multiconduttore di derivazione SOS sarà di tipologia "TE 10x2x0.9 H5M1NM1" (secondo CEI UNEL 36011) ovvero costituito da:

- conduttori in rame rosso diametro 0.9 mm
- isolante singolo conduttore PE
- guaina interna M1-LSZH spessore 1.8 mm
- guaina esterna M1-LSZH spessore 1.8 mm
- schermatura nastro di alluminio biplaccato spessore 0.15 mm, applicato longitudinalmente e termosaldato alla guaina
- armatura in nastro di acciaio spessore 0.3 mm

4.11.6.7 Giunti diritti o di derivazione con guaina termorestringente per cavi telefonici multiconduttore

I giunti diritti o derivati che prevedono l'uso di guaina termorestringente saranno adatti per cavi telefonici multiconduttore, di varie sezioni e formazioni, saranno composti da:

- guaina termorestringente con cerniera di chiusura con possibilità di riapertura della muffola senza tagliare il cavo
- morsetti / connettori per derivazione e giunzione o saldatura dei singoli conduttori

- nastratura delle derivazioni con nastro vulcanizzante autoagglomerante a forte spessore (3,2mm) e nastro in PVC (0,25mm)

Le caratteristiche principali dovranno essere:

- resistenza a trazione: 17MPa
- conformi alla Norma CEI EN 50393

4.12. CAVIDOTTI ED ACCESSORI

4.12.1. Tubazioni

4.12.1.1 Generalità

I tubi si classificano in funzione della forma, del materiale, delle prestazioni e del tipo di installazione.

La classificazione fondamentale riguarda il grado di flessibilità e si distingue in:

- tubi rigidi: non possono essere piegati e hanno bisogno di accessori (curve) per realizzare i cambiamenti di direzione;
- tubi pieghevoli: possono essere facilmente piegati a mano ma non possono subire movimenti una volta installati;
- tubi flessibili: atti a sopportare ripetute piegature e si prestano alla realizzazione di condutture mobili.

Esistono altre classificazioni dei tubi che riguardano:

- tubi protettivi: elementi di canalizzazione chiusi di sezione circolare o no. Devono essere sufficientemente chiusi sul loro perimetro in modo che i conduttori possano essere introdotti soltanto per infilaggio e non per inserimento laterale;
- tubi lisci (rigidi): tubi di sezione circolare in cui il profilo della sezione longitudinale è piano;
- tubi corrugati (flessibili): tubi curvabili in cui il profilo della sezione è ondulato;
- tubi pesanti: destinati all'impiego in applicazioni nelle quali è richiesta una particolare resistenza meccanica. Vengono designati con la lettera P;
- tubi leggeri: destinati all'impiego in applicazioni nelle quali non è richiesta una particolare resistenza meccanica. Vengono designati con la lettera L;
- tubi filettabili: tubi lisci di sezione circolare nei quali le estremità presentano filettature per la congiunzione oppure possono essere filettate durante la messa in opera;
- tubi non filettabili: tubi lisci di sezione circolare la cui congiunzione è realizzabile in maniera diversa dalla filettatura;
- tubi isolanti: tubi realizzati in materiale isolante senza alcuna parte conduttrice, sotto forma o di rivestimento interno o di rivestimento metallico esterno;
- tubi non propaganti la fiamma: suscettibili di prendere fuoco con l'applicazione di una fiamma, ma che non propagano la fiamma stessa e si autoestingono in breve tempo dopo che la fiamma è rimossa;
- tubi autorinvenenti: dopo aver subito una deformazione, sono in grado di ripristinare la loro forma originale in breve tempo;
- tubi composti: realizzati compositamente sia in metallo che in materiale isolante.

4.12.1.2 Norme di riferimento

La norma CEI 23-39 (EN 50086-1) fornisce una visione generale delle prescrizioni cui sono soggetti i sistemi di tubi, a cui si aggiungono delle prescrizioni particolari riportate nelle norme seguenti:

- CEI 23-54 (EN 50086-2-1): tubi rigidi;

- CEI 23-55 (EN 50086-2-2): tubi pieghevoli;
- CEI 23-56 (EN 50086-2-3): tubi flessibili;
- CEI 23-46 (EN 50086-2-4): cavidotti;
- CEI 23-26 (EN 60423): raccordi e le filettature.

4.12.1.3 Classificazione del sistema

Un sistema è composto da diversi elementi: tubi, accessori, giunzioni, realizzati in materiali diversi che si possono integrare con i canali.

Di seguito si riporta la classificazione a codice delle proprietà del sistema.

Questo codice è costituito da 12 cifre e deve essere riportato nella documentazione scritta del costruttore. È possibile riportare il codice su vari elementi del sistema e la norma suggerisce di riportare le prime 4 cifre del codice sui tubi.

Descrizione	Cifra	Significato	Valore
1a cifra: resistenza alla compressione	1	molto leggero	125 N
	2	leggero	320 N
	3	medio	750 N
	4	pesante	1.250 N
	5	molto pesante	4.000 N
2a cifra: resistenza all'urto	1	molto leggero	0.5 kg x 100 mm
	2	leggero	1.0 kg x 100 mm
	3	medio	2.0 kg x 100 mm
	4	pesante	2.0 kg x 300 mm
	5	molto pesante	6.8 kg x 300 mm
3a cifra: temperatura minima di applicazione permanente e di installazione	1	-	+5 C°
	2	-	-5 C°
	3	-	-15 C°
	4	-	-25 C°
	5	-	-45 C°
4a cifra: temperatura massima di applicazione permanente e di installazione	1	-	+60 C°
	2	-	+90 C°
	3	-	+105 C°
	4	-	+120 C°
	5	-	+150 C°
	6	-	+250 C°
	7	-	+400 C°
5a cifra: resistenza alla flessione	1	rigido	
	2	pieghevole	
	3	piegh./autorinv.	
	4	flessibile	
6a cifra: proprietà elettriche	0	non dichiarate	
	1	continuità elettrica	
	2	isolamento elettrico	
7a cifra:	3	isolamento e continuità	
	3	protetto $\varnothing < 2,5\text{mm}$	

Descrizione	Cifra	Significato	Valore
resistenza alla penetrazione di corpi solidi	4	protetto $\varnothing < 1,0\text{mm}$	
	5	protetto contro la polvere	
	6	stagno alla polvere	
8a cifra: resistenza alla penetrazione di acqua	1	non dichiarato (non protetto)	
	2	protetto contro le gocce di acqua che cadono verticalmente	
	3	protetto contro le gocce di acqua che cadono verticalmente quando il sistema di tubi ed accessori è inclinato fino a 15°	
	4	protetto contro gli spruzzi di acqua	
	5	protetto contro gli schizzi di acqua	
	6	protetto contro i getti di acqua	
	7	protetto contro i getti di acqua potenti	
	8	protetto contro gli effetti di una immersione temporanea in acqua	
9a cifra: resistenza alla corrosione di sistemi di tubi ed accessori metallici e composti	1	protezione debole all'interno e all'esterno	
	2	protezione media all'interno e all'esterno	
	3	protezione media all'interno e alta all'esterno	
	4	protezione alta all'interno e all'esterno	
10a cifra: resistenza alla trazione	0	non dichiarata	0 N
	1	molto leggero	100 N
	2	leggero	250 N
	3	medio	500 N
	4	pesante	1.000 N
	5	molto pesante	2.500 N
11a cifra: resistenza alla propagazione della fiamma	1	non propagante la fiamma	
	2	propagante la fiamma	
12a cifra: resistenza al carico sospeso	0	non dichiarata	0
	1	molto leggero	20 N x 48 ore
	2	leggero	30 N x 48 ore
	3	medio	150 N x 48 ore
	4	pesante	450 N x 48 ore
	5	molto pesante	850 N x 48 ore

4.12.1.4 Caratteristiche dei tubi protettivi

I tubi devono essere marcati con:

- il nome del costruttore o il marchio di fabbrica;
- la siglatura distintiva del tipo;
- l'eventuale marchio IMQ;
- l'eventuale codice di classificazione.

Inoltre, i tubi devono avere le seguenti caratteristiche generali:

- superfici interne ed esterne lisce che non danneggiano i cavi durante la loro introduzione ed estrazione;

- resistenza allo schiacciamento;
- resistenza all'urto;
- continuità elettrica per i tubi in metallo;
- proprietà isolanti;
- protezione contro penetrazione di corpi solidi o liquidi esterni, presenza di sostanze corrosive e inquinanti o esposizione alle radiazioni solari.

4.12.1.5 Colore

L'unico colore distintivo obbligatorio è l'arancione che deve distinguere i tubi costruiti con materiale propagante la fiamma.

I tubi metallici o in resina non propagante la fiamma possono essere di qualsiasi colore a eccezione del giallo, dell'arancione e del rosso a meno che non sia marcato sul prodotto la caratteristica di non propagazione del materiale.

4.12.1.6 Tubazioni non metalliche

Tubazioni isolanti di tipo pieghevole

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa sottotraccia a parete, soffitto o pavimento, curando che in tutti i punti risultino ricoperte da almeno 20 mm di intonaco/massetto; queste tubazioni possono essere utilizzate anche entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich e, occasionalmente, per brevi tratti di raccordo entro controsoffitto.

I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo).

Dovrà essere evitato, salvo esplicita deroga da parte della DL, l'uso di queste tubazioni per posa interrata; nell'eventualità, la tubazione dovrà essere protetta da idoneo getto di calcestruzzo, anche in relazione alla profondità di posa prevista.

La tabella che segue riporta, a titolo indicativo, il diametro della tubazione necessaria in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere; in ogni caso il diametro minimo delle tubazioni da utilizzare dovrà essere pari a 20 mm.

NB: In ogni caso, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla normativa vigente in tema di riempimento delle canalizzazioni (vedi norma CEI 64-8 parte 5).

Cavi		n°	Sezione (mm ²)					
			1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) FS17 – FG17 – H07Z1-K Type 2	1	20	20	20	20	20	
		2	20	20	20	25	32	
		3	20	20	25	32	32	
		4	20	20	25	32	32	
		5	20	25	25	32	40	
		6	20	25	32	32	40	
		7	20	25	32	32	40	
		8	25	32	32	40	50	
		9	25	32	32	50	50	
0.6/1kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG16R16 – FG16M16 – FG18M16 – FTG18M16	1	25	25	25	25	32	
		2	40	40	50	50	50	
		3	50	50	50	63	63	
		4	50	50	63	63	-	
		5	63	63	63	63	-	
		6	63	63	63	-	-	
		7	63	63	63	-	-	
		8	-	-	-	-	-	
		9	-	-	-	-	-	
	Cavo multipolare PVC o gomma (con guaina) FG16OR16 – FG16OM16 –	Bipolare	1	25	32	32	32	40
			2	50	50	63	63	-
		Tripolare	3	63	63	63	-	-
			1	25	32	32	32	40

FG18OM16 - FTG18OM16		2	50	50	63	63	-
		3	63	63	63	-	-
	Quadripolare	1	32	32	32	40	40
		2	50	63	63	-	-
		3	63	63	-	-	-

Grandezza minima (mm) dei tubi **PIEGHEVOLI** in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

Tubazioni isolanti di tipo rigido

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa in vista (a parete, a soffitto, in controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato). Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove si prevedono forti sollecitazioni meccaniche. Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere, conformi alle norme di prodotto, ovvero eseguendo i manicotti e le curve a caldo, direttamente sul posto di posa; nel caso in cui sia adottato questo metodo, le giunzioni dovranno essere eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1-2 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.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore rispetto a quelli contemplati dalle norme CEI di prodotto, 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 di resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e di isolamento, oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10. Per la posa interrata dovranno essere impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75- PN16.

Nel caso di tubi del tipo filettabile, le giunzioni saranno ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno essere ottenuti sia con curve ampie con estremità filettate internamente, sia tramite piegatura a caldo.

La tabella che segue riporta, a titolo indicativo, il diametro della tubazione necessaria in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere; in ogni caso il diametro minimo delle tubazioni da utilizzare dovrà essere pari a 20 mm.

NB: In ogni caso, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla normativa vigente in tema di riempimento delle canalizzazioni (vedi norma CEI 64-8 parte 5).

Cavi		Sezione (mm ²)						
U0/U	Tipo	n°	1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) FS17 – FG17 – H07Z1-K Type 2	1	20	20	20	20	20	
		2	20	20	20	20	25	
		3	20	20	20	25	32	
		4	20	20	20	25	32	
		5	20	20	20	32	32	
		6	20	20	25	32	40	
		7	20	20	25	32	40	
		8	25	25	32	40	50	
		9	25	25	32	40	50	
0.6/1kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG16R16 – FG16M16 – FG18M16 - FTG18M16	1	20	20	20	25	50	
		2	40	40	40	40	50	
		3	40	50	50	50	-	
		4	50	50	50	50	-	
		5	50	50	-	-	-	
		6	-	-	-	-	-	
		7	-	-	-	-	-	
		8	-	-	-	-	-	
		9	-	-	-	-	-	
	Cavo multipolare PVC o gomma (con guaina) FG16OR16 – FG16OM16 – FG18OM16 - FTG18OM16	Bipolare	1	25	25	25	32	32
			2	40	50	50	-	-
		Tripolare	1	25	25	25	32	32
			2	50	50	50	-	-
			3	50	-	-	-	-
		Quadripolare	1	25	25	32	32	40
			2	50	50	-	-	-
			3	-	-	-	-	-

Grandezza minima (mm) dei tubi **RIGIDI** in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

Tubazioni isolanti di tipo flessibile (guaine)

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa in vista entro controsoffitto, ovvero per il raccordo di tubazioni rigide agli apparecchi utilizzatori.

Saranno costituito da un tubo in materiale isolante morbido, internamente liscio e rinforzato da una spirale di sostegno in PVC ovvero in acciaio zincato.

La spirale dovrà avere caratteristiche (passo dell'elica, rigidità, ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura ($r_{min.} = 2 \times diam.int.$) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento.

4.12.1.7 **Tubazioni metalliche di tipo rigido**

Tubazioni in acciaio zincato leggero

Saranno in acciaio trafilato con sezione perfettamente circolare, zincato a fuoco e filettabile, e saranno generalmente impiegate per la posa in vista all'interno.

Nel caso di impiego per l'esecuzione di impianti "stagni" (grado di protezione non inferiore a IP 44) dovranno essere impiegati i seguenti accessori in acciaio zincato: per le giunzioni, manicotti filettati o raccordi in tre pezzi; per i cambiamenti di direzione, curve ampie con estremità filettate o curve ispezionabili stagne (oppure potrà essere adottato il sistema della piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura); per i collegamenti a canali o contenitori, ghiera e controghiera. Nel caso di impiego in impianti in cui non sia richiesta l'esecuzione stagna potranno essere impiegati manicotti, curve e raccordi in lega leggera di tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti e, qualora il tubo costituisca "massa", essere effettuato il collegamento a terra delle estremità.

Tubazioni in acciaio zincato pesante

Saranno del tipo "Mannesmann", senza saldatura, zincate a fuoco, internamente lisce e con estremità filettate; saranno generalmente impiegate per la posa in vista all'interno e all'esterno. E' tollerata la posa interrata, purchè il tubo sia protetto inferiormente e superiormente con almeno 10 cm di calcestruzzo oppure rivestito con tela di juta catramata.

Le giunzioni potranno essere ottenute impiegando manicotti filettati in acciaio zincato. Analogamente i cambiamenti di direzione saranno ottenuti con curve ampie con estremità filettate; fino al diametro di 1"1/4 potranno essere ottenuti anche per piegatura diretta, evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura. Nel caso di impiego all'esterno di luoghi con pericolo di esplosione ed incendio, potranno essere impiegati anche manicotti, curve e raccordi in lega leggera del tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti. Su tutti i tagli eseguiti dovranno essere accuratamente eliminate sbavature o spigoli taglienti che possano danneggiare i cavi.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti e, qualora il tubo costituisca "massa", essere effettuato il collegamento a terra delle estremità.

Tubazioni in acciaio inox

Saranno del tipo "conduit" in acciaio inox, con le pareti interne completamente lisce e prive di qualsiasi asperità, per facilitare l'infilaggio dei cavi elettrici evitandone possibili abrasioni. Saranno di tipo filettabile e fornite complete di manicotto.

4.12.1.8 **Tubazioni metalliche di tipo flessibile**

Tubazioni flessibili in acciaio zincato, rivestite in PVC

Saranno costituite da un tubo flessibile a spirale in acciaio zincato, a doppia aggraffatura, con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC autoestinguenta. La guaina esterna dovrà presentare internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile, allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci. Per il collegamento a tubi di altro tipo, canali, cassette o altro, dovranno essere impiegati esclusivamente i raccordi previsti allo scopo dal costruttore.

4.12.1.9 Tubazioni per posa all'interno

I tubi protettivi pieghevoli in materiale isolante, posati sotto pavimenti o a parete, devono essere almeno della serie "media"; per questi tubi non sono ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

Per la posa in vista si richiedono invece tubi rigidi della serie "pesante"; la raccorderia sarà di tipo a pressatubo o filettata, a seconda dei casi, mentre il fissaggio in vista dovrà essere eseguito impiegando morsetti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto. Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1 m e dovranno essere previsti supporti in corrispondenza di curve e derivazioni.

Si devono utilizzare tubi metallici in acciaio (con o senza saldature) quando siano prevedibili violente sollecitazioni meccaniche.

Per impianti da realizzare in luoghi con pericolo di esplosione saranno utilizzate tubazioni metalliche idonee senza saldature, e comunque conformi alle specifiche normative in materia di impianti in luoghi con pericolo di esplosione.

Per evitare fenomeni di accoppiamento induttivo, tutti i conduttori unipolari relativi allo stesso circuito devono essere posati nel medesimo tubo. Il raggio di curvatura dei tubi non deve essere inferiore a 3 volte il diametro esterno dei tubi stessi, e comunque in accordo con le prescrizioni dei costruttori.

La posa dovrà essere 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; le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali e comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti; saranno tollerati, ove necessario, percorsi obliqui per le sole tubazioni pieghevoli incassate nel massetto dei pavimenti.

Dovranno essere evitate le giunzioni tra tubi di diametro diverso, salvo l'utilizzo di accessori specifici.

Accessori specifici dovranno essere utilizzati anche per realizzare le eventuali giunzioni fra tubazioni di differente tipologia (ad es. rigida e flessibile). Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e solo qualora non venga ridotto il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse nei documenti di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno le tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali staffe e morsetti di fissaggio, dovranno essere in materiale plastico o in acciaio inossidabile. All'interno di detti locali le varie parti costituenti i cavi-dotti (tratti rettilinei, curve, ecc.) dovranno essere collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Negli impianti in vista (con grado di protezione IP55 salvo diversa indicazione) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette dovrà avvenire tramite adatto pressatubo, tale da non ridurre il grado di prestazione previsto.

Allo scopo di facilitare l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi, sulle tubazioni non dovranno essere eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180°, nel percorso compreso tra due cassette di transito/derivazione. Analogamente, nei tratti rettilinei non dovrà essere superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

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 dovrà essere almeno pari a:

- 1,5 per le linee luce, FM e simili
- 1,6 per i cavi di tipo telefonico e dati
- 2,5 per i cavi di tipo coassiale

Il diametro delle tubazioni non dovrà comunque essere inferiore a quello riportato negli elaborati di progetto.

Prima della chiusura di tracce, controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni.

4.12.1.10 Tubazioni per posa all'esterno

Le tubazioni interrate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto o indicazione della DL):

- Dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto
- Essere di materiale termoplastico (polietilene) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento (> 450 N), in relazione al tipo di posa previsto
- Avere giunti di tipo a bicchiere, sigillati con apposito collante, ovvero di tipo filettato, per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo
- Essere posate ad almeno 0,5 m di profondità (salvo diversa indicazione progettuale), avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 5-10 cm di spessore; in ogni caso, la metodologia di posa deve essere coerente con il tipo di tubazione utilizzata, oltre che con le prescrizioni di enti pubblici eventualmente proprietari dei luoghi e di enti fornitori di sottoservizi, in tema di parallelismi ed incroci con gli stessi
- Sopra il cavidotto sarà posato nastro avvisatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di progetto o DL
- Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli indicativi di 30-40 m nei tratti rettilinei, attestarsi a pozzetti di ispezione completi di contrassegno di identificazione (scritta con vernice resistente o targhette fissate tramite tasselli ad espansione)
- Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fori adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua al loro interno
- I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua all'interno della tubazione
- Il tratto entrante nel fabbricato deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua nello stesso
- Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse e sigillate con tappo o passacavo stagno
- Prima della chiusura degli scavi dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni
- I tubi vuoti saranno corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza

In linea di principio, nello stesso tubo non dovranno essere presenti conduttori afferenti a servizi diversi, anche qualora funzionanti alla medesima tensione di esercizio.

I tubi posati per riserva dovranno comunque essere dotati di opportuni fili-pilota, in materiale non soggetto a ruggine, e dovranno essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

Nel caso si utilizzino tubazioni metalliche rigide esse saranno del tipo "Mannesmann" senza saldatura, conformi alle tabelle UNI 8863 zincati a caldo secondo le tabelle UNI 5745, ovvero del tipo elettrosaldato, purché le saldature siano realizzate con procedimenti che assicurino l'eliminazione di eventuali sbavature interne e zincati secondo procedimento Sendzimir.

Nel caso di tubi di tipo elettrosaldato, l'accoppiamento con cassette, quadri, apparecchiature e la giunzione tra tubo e tubo dovrà avvenire con raccordi tali da non richiedere la filettatura del tubo stesso e garantire la tenuta meccanica e il grado di protezione richiesto.

I raccordi/sostegni saranno dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supportati con il massimo contenuto consentito di cavi.

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 dovrà essere almeno pari a 1,4.

4.12.2. Canali e passerelle

4.12.2.1 Generalità

Le dimensioni dei canali/passerelle portacavi non dovranno essere inferiori a quelle riportate negli elaborati di progetto e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, dovranno essere tali da portare i cavi al massimo su 2 strati sovrapposti.

In ogni caso il rapporto tra la sezione delle canalizzazioni e l'area della sezione retta occupata dai cavi non deve essere inferiore a 2.

Se uno stesso canale è occupato da circuiti a tensione diversa, deve essere munito di setti separatori; i setti saranno provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali, ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi. In alternativa, si può posare all'interno del canale un secondo canale di dimensioni ridotte oppure un tubo protettivo o infine si può utilizzare lo stesso livello di isolamento (commisurato alla massima tensione presente) per tutti i conduttori.

Prima della chiusura di controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle canalizzazioni.

Dove si prevede l'installazione di più canalizzazioni, sovrapposte o affiancate, si dovrà considerare nella posa un'interdistanza tale da consentire la futura posa di nuovi conduttori e l'esecuzione di eventuali lavori di manutenzione. Salvo diverse indicazioni, tra due canali sovrapposti si dovrà lasciare una distanza netta non inferiore a 200 mm.

Il collegamento tra due elementi costituenti la canalizzazione dovrà essere realizzato tramite appositi giunti e non mediante saldature; i canali dovranno infatti essere costituiti da elementi componibili, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo eventuali tagli e forature.

I canali dovranno essere opportunamente contrassegnati, con passo regolare non superiore a 15 m, mediante etichette (metalliche o plastiche) da fissare sul fondo o sul bordo del canale. Tali etichette, aventi dimensioni minime di 100x300 mm, dovranno avere colorazione tale da rispettare la seguente codifica:

- Rosso: rete MT
- Azzurro: rete bt (normale e privilegiata)
- Giallo: impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, citofonico, diffusione sonora,...)
- Arancio: impianti speciali di sicurezza (rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi,..)
- Nero: impianti speciali in genere
- Verde: impianti di sicurezza (esempio: illuminazione di sicurezza)
- Bianco: alimentazione da gruppo elettrogeno (fino al dispositivo, o quadro, di commutazione rete-gruppo)

Di tale codifica si dovranno fornire tabelle esplicative da collocare in maniera visibile all'interno dei locali tecnici dedicati ai quadri elettrici e/o nelle tasche porta schemi previste all'interno dei quadri stessi.

Tutte le variazioni dei percorsi (relativi a tubazioni e a canalizzazioni) rispetto a quelli di progetto dovranno essere preventivamente approvate dalla DL, ed essere riportate sui disegni da consegnare al Committente al termine dei lavori stessi.

Canali, passerelle e tubi protettivi, se metallici, sono generalmente da considerare masse e vanno pertanto collegati a terra; non sono da considerare masse, e non è pertanto necessario il loro collegamento a terra, qualora contengano soltanto cavi in classe II di isolamento: in tal caso il collegamento a terra non è comunque vietato.

4.12.2.2 Canali e passerelle metalliche

Prescrizioni comuni

Per la sospensione dei canali saranno impiegate mensole che potranno essere ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete, con classe di resistenza al fuoco REI 120 qualora richiesto dagli elaborati di progetto, in modo da avere sempre un lato libero per l'inserimento dei cavi. I sostegni saranno di tipo prefabbricato, di materiale e finitura conforme al canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale. La viteria e bulloneria

sarà in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. La distanza tra due sostegni dovrà essere generalmente non superiore a 1.5 m e comunque tale che la freccia massima d'inflessione misurata non risulti superiore a $D/100$ dove per D si intende il passo tra i sostegni, secondo quanto indicato dalla Norma EN 61537. Le staffe e le mensole dovranno essere dimensionate nell'ipotesi che i canali contengano la loro massima quantità di cavi e che sia applicato in mezzeria un carico accidentale concentrato pari ad almeno 80 kg; a tale scopo l'Appaltatore è tenuto a presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza, in funzione delle specifiche tipologie commerciali individuate in sede di approvazione materiali. In ogni caso lo spessore minimo dei supporti dovrà essere pari almeno a 2.5 mm.

La distanza del canale dal soffitto, o da un'altro canale sovrapposto, dovrà essere di almeno 200 mm.

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad 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., dovranno essere 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 dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo. Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni con testa tonda e larga, posta all'interno del canale e muniti di rondella.

Ove sia richiesto, o comunque necessario, il coperchio da installare avrà caratteristiche analoghe al canale e sarà fissato a scatto o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio; non è consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne. Il coperchio dovrà avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti e dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza, anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

Il grado di protezione richiesto per la canalizzazione risulta precisato negli elaborati di progetto e sarà ottenuto mediante l'utilizzo di specifici accessori forniti dal costruttore; il grado di protezione richiesto dovrà essere mantenuto anche in corrispondenza di punti di giunzione, collegamenti con tubazioni, cassette, ecc..

Canalizzazioni in acciaio zincato e/o verniciato

L'utilizzo di questo tipo di canalizzazione sarà generalmente riservato ai percorsi delle dorsali principali di distribuzione, con posa in vista, in appoggio diretto alle strutture (ad es. nel caso di locali o percorsi tecnici) ovvero all'interno di controsoffitti o pavimenti flottanti (tipicamente nei corridoi o nei principali locali tecnici).

Nei cavedi verticali e nei contropavimenti dei locali tecnici si possono utilizzare passerelle del tipo a traversini (scale portacavi). Ove sia necessario realizzare percorsi particolarmente complessi, e comunque ove prescritto a progetto, si potranno utilizzare passerelle del tipo a rete (griglie portacavi) che consentono l'utilizzo di un numero molto modesto di pezzi speciali ed accessori.

Per i canali zincati e/o verniciati (in particolare con zincatura per immersione dopo la lavorazione), dovrà essere ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, ecc.; oltre, ovviamente, alla zincatura per immersione, potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quali minio o cromato di Pb. Tutti gli eventuali tagli effettuati su canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti, proteggendo eventualmente il taglio con guarnizioni opportune. I fori e le asolature effettuate per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi o guarnizioni in materiale isolante.

I canali e coperchi di tipo verniciato, dovranno essere corredati di idonei morsetti (o aree di collegamento prive di verniciatura) onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica della canalizzazione.

Canalizzazioni in acciaio inox

L'utilizzo di questo tipo di canalizzazione sarà generalmente riservato ai percorsi in ambienti con atmosfera aggressiva, ovvero dove i prodotti rilasciati dai canali sottoposti ad incendio possano risultare particolarmente pericolosi (ad es. gallerie stradali e ferroviarie); saranno tipicamente installati con posa direttamente in vista, in appoggio diretto alle strutture.

I canali / passerelle di questo tipo dovranno essere con bordo rinforzato e arrotondato, in acciaio inox AISI 304L / 316L (secondo prescrizioni di progetto); saranno forniti completi di staffe, giunti, pezzi speciali e mensole di sostegno di tipo regolabile in altezza, costruite con lamiera di acciaio inox dello stesso tipo del canale e spessore adeguato all'entità dei pesi installati all'interno del canale (ovvero fissati allo stesso: ad es. apparecchi illuminanti fissati al canale).

Nel caso di installazione in galleria, particolare attenzione dovrà essere posta ai carichi dinamici generati dal passaggio dei mezzi in transito; il sistema di fissaggio alla volta della galleria dovrà perciò considerare un carico pulsante che tenga conto anche delle vibrazioni dovute ai mezzi in transito.

Il dimensionamento dei tasselli dovrà essere eseguito sulla base del peso della struttura del sistema di cavidotto attrezzato, delle linee in cavo e delle apparecchiature, corredate degli accessori di dotazione, maggiorato di un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2.

Canali isolanti

L'utilizzo di questo tipo di canalizzazione sarà generalmente riservato a percorsi secondari e terminali, con posa in vista, generalmente in appoggio diretto alle strutture ovvero all'interno di controsoffitti o pavimenti flottanti. Tali canali possono essere anche del tipo "porta-utenze" ed alloggiare direttamente gli utilizzatori (tipicamente della serie civile); in questi casi, e comunque qualora sia prevista la posa direttamente in vista, i canali avranno idonea finitura estetica, definita a progetto o comunque concordata con la DL; particolare attenzione dovrà essere posta alla esecuzione dei punti di giunzione e cambio di direzione, mediante l'utilizzo di specifici accessori forniti dal costruttore.

Eventuali sistemi di sospensione (mensole, staffe, supporti) saranno in acciaio zincato o inossidabile a seconda del grado di aggressività dell'ambiente. Le minuterie quali viti, bulloni, ecc., saranno in nylon o in acciaio inossidabile. La distanza tra due sostegni non dovrà essere maggiore di 1,5 m o comunque di quanto prescritto dal costruttore.

Ove sia richiesto, o comunque necessario, il coperchio da installare avrà caratteristiche analoghe al canale e sarà fissato a scatto, nonché asportabile per tutta la sua lunghezza.

Ove sia richiesto, o comunque necessario, il canale sarà completato con setti separatori pure fissati a scatto su apposite guide predisposte sul fondo del canale.

Il grado di protezione richiesto per la canalizzazione risulta precisato negli elaborati di progetto e sarà ottenuto mediante l'utilizzo di specifici accessori forniti dal costruttore; il grado di protezione richiesto dovrà essere mantenuto anche in corrispondenza di punti di giunzione, collegamenti con tubazioni, cassette, ecc..

4.13. CONTENITORI ED ACCESSORI

4.13.1. Generalità

I cavi e le giunzioni posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno delle stesse. Le connessioni (giunzioni e derivazioni) vanno eseguite con appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte (inaccessibilità al dito di prova e quindi grado di protezione almeno IPXXB). Le giunzioni effettuate tramite attorcigliamento e nastratura non sono ammesse. Non devono essere effettuate giunzioni e derivazioni entro tubi. Possono invece essere effettuate giunzioni nei canali, solo nel caso di collegamenti aventi lunghezza maggiore della pezzatura di fabbrica, purché le parti attive siano inaccessibili al dito di prova e purché i cavi uniti abbiano lo stesso colore. Non devono inoltre essere realizzate giunzioni entro le scatole porta-apparecchi. E' ammesso l'entra esci sui morsetti di prese purché esistano doppi morsetti o morsetti dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare senza ridurre la sezione. Le cassette di giunzione installate all'esterno devono avere grado di protezione almeno IP44 e devono essere poste ad almeno 200 mm dal suolo. Per evitare pericolosi fenomeni di condensa, le tubazioni interrato devono essere sigillate prima di essere allacciate a quadri o cassette.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile, montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere indiretto a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastri o con morsetti a serraggio diretto.

Le derivazioni potranno, su esplicita richiesta, essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante, ovvero con morsetti a guscio. Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che vi saranno attestati.

I coperchi delle cassette devono essere fissati con viti imperdibili. Ove richiesto, o comunque necessario, tra i coperchi e le cassette saranno interposte guarnizioni del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

Nella stessa cassetta potranno attestarsi, salvo deroghe, solamente cavi appartenenti ad un solo servizio (luce, FM, vari impianti speciali). Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse. In nessun caso, salvo deroghe ed accorgimenti da definire, le cassette destinate agli impianti speciali (di segnale) potranno essere utilizzate per impianti ordinati (di potenza).

Salvo diversa indicazione in altri elaborati di dettaglio del progetto, o diversa indicazione della DL, per ogni locale (o coppia di locali adiacenti o affacciati) dovrà essere installata una cassetta di derivazione principale collocata lungo lo sviluppo del collegamento dorsale, nonché una cassetta secondaria posta all'interno del locale stesso.

Le cassette dovranno essere poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e le dimensioni delle cassette installate. Il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione con classe di resistenza al fuoco REI 120, qualora richiesto negli elaborati di progetto, e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo; lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, zanche, dimensionati per sostenere la cassetta.

Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile. Le sigle dovranno essere poste sulla superficie interna del coperchio solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; per le altre, le sigle dovranno essere poste sulla superficie esterna. Cassette destinate a più impianti e/o servizi diversi dovranno essere complete di adeguati separatori interni e riportare le sigle di tutti gli impianti contenuti.

Le sigle da utilizzare sono le seguenti:

- illuminazione normale: L(N)
- illuminazione privilegiata: L(P)
- illuminazione di sicurezza: L(S)
- illuminazione in genere: L
- circuiti FM normale: FM(N)
- circuiti FM privilegiata: FM(P)
- forza motrice in genere: FM
- circuiti di potenza a tensione nominale diversa (es. 12 Vca oppure 24 Vcc): 12Vca (24Vcc)
- impianti speciali di sicurezza (rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi,...): SPS
- impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, TV, citofonico, diffusione sonora,...): SPC
- impianti speciali in genere: SP

4.13.2. Cassette di derivazione isolanti, da incasso o da semincasso

Saranno in materiale isolante autoestinguente e dotate di coperchio fissato con viti. Le viti dovranno essere rese imperdibili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

Le cassette dovranno essere poste in opera in modo tale da risultare a filo della muratura finita, compreso dunque l'intonaco di finitura. La cassetta, e le tubazioni in esse convergenti, devono essere protette con appositi coperchi parmalta durante le operazioni di intonacatura; eventuali residui di intonaco presenti nelle cassette dovranno essere asportati con cura prima dell'infilaggio dei conduttori.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi o dal fondo delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso gli indebolimenti sfondabili previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti. Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà pertanto essere superiore a quanto previsto dal costruttore. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti eccedenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

4.13.3. Cassette di derivazione isolanti, in vista

Saranno in materiale isolante autoestinguente e dotate di coperchio fissato con viti o con sistema a 1/4 di giro o equivalente; preferibilmente, il coperchio sarà fissato per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica che consenta l'apertura a cerniera del coperchio. In alternativa, le viti dovranno essere rese imperdibili ed essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente 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 dovrà pertanto essere superiore a quanto previsto dal costruttore. In tali cassette il taglio degli eventuali passacavi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e

non sia ridotto il grado di protezione prescritto. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

4.13.4. Cassette di derivazione metalliche

Saranno di costruzione robusta con resistenza agli urti e grado di protezione IP adeguati alla loro ubicazione.

Le superfici interne saranno trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione. Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con sistema a 1/4 di giro o cerniere o equivalente. Le viti dovranno essere rese imperdibili ed essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non sono ammesse viti di tipo autofilettante. Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente 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 dovrà, pertanto essere superiore a quanto previsto dal costruttore. Dovranno essere fornite dal costruttore con i fori adeguati all'installazione, complete di morsetto di messa a terra adeguato al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm².

4.13.4.1 Cassette di derivazione in acciaio inox

Dovranno essere costruite in acciaio inox AISI 304L / 316L (secondo prescrizioni di progetto), avere grado di protezione IP 65, elevata resistenza al calore, equipotenzializzate con l'impianto di terra ove necessario.

Qualora siano dotate di morsettiera di derivazione, questa dovrà essere in porcellana con sedi di serraggio adeguate alla sezione dei cavi di linea.

4.13.4.2 Cassette di derivazione resistenti al fuoco in fusione d'acciaio

Dovranno essere costruite in fusione FT15 rivestita di cromato di Zn, avere grado di protezione IP 66, elevata resistenza al calore (920° C per 20 min.), equipotenzializzate con l'impianto di terra ove necessario.

Qualora siano dotate di morsettiera di derivazione, questa dovrà essere in porcellana con sedi di serraggio adeguate alla sezione dei cavi di linea.

In particolare, le cassette utilizzate per impianti di ventilazione in galleria, dovranno essere adatte per una tensione di esercizio di 690 V.

4.13.4.3 Cassetta in alluminio per posa in galleria/sottopasso

Cassetta in alluminio adatta all'installazione alla volta o su passerella di gallerie stradali.

Caratteristiche costruttive principali:

- idonea per derivazione da dorsale realizzata con cavo unipolare o multipolare
- morsettiera di collegamento in ottone su base ceramica
- grado di protezione > IP 65
- resistenza agli urti > IK07
- derivazioni con pressa cavo in ottone
- base portafusibile in ceramica e fusibili completa di fusibile
- morsetto di messa a terra
- elementi di fissaggio in acciaio inox 304/316L per installazione a volta o a canale, a seconda di quanto indicato negli elaborati progettuali

4.13.5. Giunti diritti ed di derivazione BT

Vengono nel seguito definite le caratteristiche principali e le modalità esecutive dei giunti, diritti o di derivazione, di cavi in Bassa Tensione (BT).

4.13.5.1 Giunti diritti o di derivazione ad isolamento in gel

I giunti diritti o derivati in gel saranno adatti per cavi estrusi 0,6/1 kV, di varie sezioni e formazioni, composti da:

- guscio plastico completo del gel isolante
- connettori/morsetti a compressione, tipo testa-testa o a "C", in ottone o altro materiale equivalente

- accessori ed utensili di montaggio

Le caratteristiche principali dovranno essere:

- classe di isolamento II
- autoestingente
- grado di protezione IP68
- temperatura di servizio: da -20°C a +90°C
- bassa emissione di fumi e gas tossici in accordo a CEI 20-37/2-1 e CEI 20-37/7
- conformi alla Norma CEI EN 50393

Nel caso di giunto di derivazione il cavo passante non deve essere interrotto

4.13.5.2 Giunti diritti o di derivazione in resina epossidica

I giunti diritti o derivati che prevedono l'uso di resina epossidica saranno adatti per cavi estrusi 0,6/1 kV, di varie sezioni e formazioni, saranno composti da:

- due semigusci in materiale plastico (polipropilene) antifrattura
- accessori quali connettori/morsetti a compressione, testa-testa o a "C" in ottone o altro materiale equivalente
- isolamento elettrico e protezione meccanica tramite riempimento del contenitore plastico con resina epossidica bicomponente
- accessori ed utensili di montaggio

Le caratteristiche principali dovranno essere:

- classe di isolamento II
- grado di protezione IP68
- conformi alla Norma CEI EN 50393

Nel caso di giunto di derivazione il cavo passante non deve essere interrotto

4.13.5.3 Giunti diritti o di derivazione con guaina termorestringente

I giunti diritti o derivati che prevedono l'uso di guaina termorestringente saranno adatti per cavi estrusi 0,6/1 kV, di varie sezioni e formazioni, saranno composti da:

- guaina a cerniera con sigillante termofusibile spalmato sulle superfici interne
- accessori quali connettori/morsetti a compressione, testa-testa o a "C" in ottone o altro materiale equivalente
- nastratura delle derivazioni con nastro vulcanizzante autoagglomerante a forte spessore (3,2 mm) e nastro in PVC (0,25 mm)

Le caratteristiche principali dovranno essere:

- resistenza a trazione: 17 MPa
- conformi alla Norma CEI EN 50393

Nel caso di giunto di derivazione il cavo passante non deve essere interrotto ed il cavo bipolare nella terminazione da attestare alla dorsale deve essere dotato di calotta termorestringente al fine di ripristinare il doppio isolamento.

Il giunto a servizio dell'impianto di illuminazione dovrà essere completo di cavo FG16OM16 o FG18OM18, 3-2x2.5mmq (a seconda della classe di isolamento dell'apparecchio) e presa CEE 2P+T da 16A.

4.13.5.4 Fusibili di protezione delle derivazioni da dorsale

Qualora richiesto negli elaborati di progetto, a protezione delle linee di derivazione dalle cassette potranno essere previste delle basi portafusibili (complete di fusibili).

La taglia e le caratteristiche dovranno essere idonee alla protezione delle linee stesse e assicurare il coordinamento con le protezioni installate in partenza dalle linee di dorsale e le eventuali protezioni installate a valle.

In particolare, con riferimento alla protezione da sovraccarico (par. 4.3), anche per il fusibile è richiesto il rispetto delle seguenti condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

dove:

- I_b = Corrente di impiego del circuito
- I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z = Portata in regime permanente della conduttura
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

Le caratteristiche dei fusibili commerciali sono tali da determinare una corrente di funzionamento (I_f) pari a circa 1.6-1.9 volte I_n . Affinché siano verificate le relazioni di cui sopra, nel caso di protezione con fusibili, è necessario pertanto rispettare la condizione seguente:

$$I_n \leq (0.9 \div 0.76) \cdot I_z$$

Per il coordinamento dei fusibili con la protezione installata in corrispondenza della partenza della dorsale, le condizioni da rispettare sono le seguenti:

$$I_r \geq K_d \cdot I_n$$

dove:

- I_r = Corrente di regolazione termica dell'interruttore a monte
- I_n = Corrente nominale del fusibile di taglia maggiore in derivazione dalla dorsale
- K_d = Coefficiente in accordo che per i fusibili gG vale:
 - 2.1 se $I_n \leq 4A$
 - 1.9 se $4A < I_n < 16A$
 - 1.6 se $I_n \geq 16A$

Inoltre deve essere verificata la seguente:

$$I_r \geq \frac{\sum I_b}{1.05}$$

Ovvero la corrente di regolazione termica del dispositivo a monte non deve essere inferiore a 1.05 volte la sommatoria delle correnti riscontrabili da ciascuna derivazione.

Nel seguito si riporta un'ipotesi sul numero massimo di derivazioni, dati gli assorbimenti delle derivazioni e degli interruttori di alimentazione della dorsale, affinché siano verificate le relazioni di cui sopra.

Corrente derivazione [A]	Taglia interruttore dorsale [A]							
	6	10	16	20	25	32	40	63
2	3	5	8	10	13	16	21	33
4		2	4	5	6	8	10	16
6			2	3	4	5	7	11

10				2	2	3	4	6
16						2	2	4

Il coordinamento con le eventuali protezioni a valle (se richiesto) può essere valutato dal confronto delle curve di intervento.

In qualunque caso, al fine di garantire la continuità di alimentazione della linea dorsale, sarà privilegiato il coordinamento dei fusibili con la protezione a monte.

4.14. IMPIANTI TERMINALI

4.14.1. Generalità

Si riportano innanzitutto le seguenti note di carattere generale.

Il **telaio** sarà realizzato in materiale plastico autoestinguento con possibilità di installare da 1 a N elementi componibili. Sarà realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi. Avrà struttura meccanica robusta e atta al bloccaggio rapido degli apparecchi. Sarà infine fissato alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola incassata.

La **placca** sarà fissata al telaio mediante sistema a scatto. Per l'estrazione successiva della stessa dovrà essere impiegato un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI. Sarà in materiale termoplastico (bianco o colorato) o metallico secondo le specifiche e recherà il numero di fori pari a quelli del telaio.

La **scatola di contenimento** sarà in materiale termoplastico di dimensioni adeguate al telaio e ai frutti da installare. Incassata nelle pareti al grezzo prima dell'intonaco in modo che alla fine risulti a filo finitura.

Per realizzare un impianto impropriamente definito “**stagno**” si dovranno adottare tutti gli accessori opportuni in modo da ottenere, per le apparecchiature, il grado di protezione richiesto. Dovranno essere impiegate placche fornite di membrana e guarnizione di tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili (es. prese). Il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP44 e comunque rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

Le **prese a spina per uso domestico e similare** (monofasi) possono essere utilizzate dove non ne è previsto un uso gravoso con forti urti e vibrazioni. Le prese a spina installate in ambienti soggetti a spruzzi d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP44. Le prese a spina soggette a getti d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP55.

L'**asse di inserzione** delle prese a spina deve risultare orizzontale e ad almeno 175 mm dal piano di calpestio se a parete, 70 mm se da canalizzazione o zoccoli e 40 mm se da torrette o calotte sporgenti da pavimento. In quest'ultimo caso è necessario che il fissaggio delle torrette a pavimento assicuri almeno il grado di protezione IP52.

Le prese a spina installate in punti dove la corrente di cortocircuito supera i 5 kA devono essere abbinate ad interruttore interbloccato con la presa a spina stessa. La corrente nominale dell'interruttore automatico posto a protezione del circuito prese a spina non deve superare la corrente nominale di ognuna delle prese a spina servite (16 A per prese a spina bipasso 10/16 A).

Per l'alimentazione di **utenze in continuità assoluta** o di particolari utilizzatori (ad esempio lavabiancheria e lavastoviglie) spesso dotati di spine di tipo schuko devono essere installate **prese tipo P30** con terra laterale e centrale adatte a ricevere spine sia tipo schuko che spine a poli allineati. Le prese sotto continuità assoluta dovranno essere chiaramente individuabili e distinte dalle prese sotto la rete normale (ad esempio ricorrendo all'uso di prese aventi colorazione diversa).

Le **prese a spina di tipo industriale** (prese CEE, ovvero in conformità alla norma CEI 23-13 / EN 60309) devono essere utilizzate in tutti i casi in cui siano richieste prese a spina monofasi con corrente nominale superiore a 16 A oppure prese a spina trifasi oppure ancora in tutti i casi in cui le prese siano soggette ad un utilizzo gravoso in termini di urti o vibrazioni. Nel collegare le prese a spina di tipo industriale si dovrà mantenere costante il senso ciclico delle fasi ad evitare che il motore di un utilizzatore alimentato da prese diverse possa invertire il senso di marcia. Le prese a spina devono essere protette da un interruttore automatico o da fusibile con corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese stesse: tale protezione può essere singola o comune a più prese.

Per quanto concerne i conduttori relativi agli impianti terminali essi si dovranno scegliere in modo tale da soddisfare le condizioni prescritte dalla normativa vigente in relazione alla protezione da sovraccarico e da corto circuito. Inoltre non si dovranno superare i limiti massimi ammessi per la caduta di tensione. In ogni caso le sezioni minime dei conduttori per l'alimentazione terminale dovranno essere superiori a quelle indicate nella seguente tabella:

Utenza	Cavi in PVC	Cavi in Gomma
Alimentazione di singolo punto luce	1,5 mm ²	1,5 mm ²
Alimentazione di più punti luce	2,5 mm ²	2,5 mm ²
Alimentazione di singoli punti presa da 16 A	2,5 mm ²	2,5 mm ²
Alimentazione di più punti presa da 16 A	6 mm ²	4 mm ²
Alimentazione di singoli punti presa fino a 32 A	6 mm ²	4 mm ²
Alimentazione di più punti presa fino a 32 A	10 mm ²	6 mm ²

4.14.2. Punti luce

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti “punti luce” ci si riferisce al concetto di “punto luce equivalente”, inteso come l’insieme di tutti i materiali necessari all’alimentazione di un apparecchio illuminante (o altro apparecchio similare).

Nel punto luce equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare l’allacciamento, a partire dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione predisposta per l’allacciamento dell’utilizzatore (quest’ultimo escluso).

Resta inteso fin d’ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

4.14.2.1 Punto luce equivalente ad incasso

Il punto luce equivalente ad incasso risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta ad incasso installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- Conduttura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all’utilizzatore (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE); si precisa che, salvo espressa deroga da parte della DL, non è ammesso l’“entra-esce” delle condutture in prossimità dei punti luce e perciò ciascun punto luce dovrà essere derivato dalla cassetta secondaria con propria conduttura dedicata; ciascuna conduttura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m
- Cassetta terminale del punto luce (trattasi generalmente di cassetta portafrutto ad incasso installata a parete, completa di telaio portafrutto, tasto cieco con passacavo, tasti ciechi di completamento e placca di finitura); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui è prevista l’installazione dell’utilizzatore solo in un secondo tempo (ad es. allacciamento di specchio con illuminazione integrata).

4.14.2.2 Punto luce equivalente in vista

Il punto luce equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- Conduzione terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, saranno utilizzati guaina spiralata in PVC, ovvero tubo rigido in acciaio zincato, di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduzione terminale risultino comuni a più punti luce, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduzione terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove richiesto, la conduzione terminale potrà essere costituita da cavo con guaina posato in vista e privo di protezione meccanica aggiuntiva
- Cassetta terminale del punto luce (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a soffitto o parete, completa di pressatubo e passacavo); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui l'apparecchio non sia idoneo all'ingresso di una tubazione, ma necessiti di uno spezzone di cavo per il raccordo tra cassetta terminale e apparecchio (lo spezzone è compreso nel punto luce). In ogni caso la cassetta terminale sarà installata qualora sia prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo

4.14.3. Punti comando

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti "punti comando" ci si riferisce al concetto di "punto comando equivalente", inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari alla realizzazione di un punto che consenta il comando di un apparecchio illuminante (o altro apparecchio similare).

Nel punto comando equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare tale comando, a partire dalla cassetta secondaria di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale di comando in partenza dal quadro di distribuzione e fino all'apparecchiatura di comando (quest'ultima compresa).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

4.14.3.1 Punto comando equivalente ad incasso

Il punto comando equivalente ad incasso risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera, installata lungo la dorsale di comando (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- Ovvero quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta ad incasso installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- Conduzione terminale in partenza dalla cassetta principale o secondaria fino all'apparecchiatura di comando (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati); si precisa che non è generalmente ammesso l'"entra-esci" delle condutture in prossimità dei punti comando e perciò ciascun punto comando dovrà essere derivato dalla cassetta secondaria con propria conduzione dedicata; ciascuna conduzione terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa tuttavia che, ove op-

portuno, alcuni tratti della condotta terminale potranno essere comuni alla condotta terminale del rispettivo punto luce comandato

- Quota parte della cassetta terminale del punto comando (trattasi generalmente di cassetta portafrutto ad incasso installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti comando compatibili)
- Quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti comando compatibili
- Apparecchiatura di comando costituita da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- Quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti comando compatibili

4.14.3.2 Punto comando equivalente in vista

Il punto comando equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera, installata lungo la dorsale di comando (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- Ovvero quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- Conduttura terminale in partenza dalla cassetta principale o secondaria fino all'apparecchiatura di comando (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti comando, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove opportuno, alcuni tratti della condotta terminale potranno essere comuni anche alla condotta terminale del rispettivo punto luce comandato
- Quota parte della cassetta terminale del punto comando (trattasi generalmente di cassetta portafrutto in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti comando compatibili)
- Quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti comando compatibili
- Apparecchiatura di comando costituita da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- Quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti comando compatibili

4.14.4.Punti regolazione

In completa analogia a quanto definito per i comandi, prevalentemente ma non esclusivamente utilizzati per il comando di circuiti luce, si definiscono i "punti regolazione" destinati al comando ed alla regolazione di utenze diverse (ad es. termostati, cronotermostati, ecc.).

Per la definizione e la formazione tipica di questi punti si rimanda a quanto già descritto in precedenza per i "punti comando"; le variazioni riguardano soltanto gli specifici apparecchi da prevedere onde assolvere le funzioni di rego-

lazione richieste. Tali apparecchi saranno tipicamente previsti e descritti nella sezione di progetto dedicata agli impianti meccanici.

4.14.5. Punti alimentazione diretta

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti “punti alimentazione diretta” ci si riferisce al concetto di “punto alimentazione diretta equivalente”, inteso come l’insieme di tutti i materiali necessari all’alimentazione di un apparecchio utilizzatore.

Nel punto alimentazione diretta equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare l’allacciamento, a partire dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione predisposta per l’allacciamento dell’utilizzatore (quest’ultimo escluso).

Resta inteso fin d’ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

4.14.5.1 Punto alimentazione diretta equivalente ad incasso

Il punto alimentazione diretta equivalente ad incasso risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta ad incasso installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo)
- Conduzione terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all’utilizzatore (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo); si precisa che, salvo espressa deroga da parte della DL, non è ammesso l’“entra-esci” delle condutture in prossimità dei punti alimentazione e perciò ciascun punto alimentazione dovrà essere derivato dalla cassetta secondaria con propria conduzione dedicata; ciascuna conduzione terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m
- Cassetta terminale del punto alimentazione (trattasi generalmente di cassetta portafrutto ad incasso installata a parete, completa di telaio portafrutto, tasto cieco con passacavo, tasti ciechi di completamento e placca di finitura); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui è prevista l’installazione dell’utilizzatore solo in un secondo tempo (ad es. allacciamento di asciugamani elettrico).

4.14.5.2 Punto alimentazione diretta equivalente in vista

Il punto alimentazione diretta equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo)

- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo; ove richiesto, saranno utilizzati guaina spiralata in PVC, ovvero tubo rigido in acciaio zincato, di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduittura terminale risultino comuni a più punti alimentazione, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove previsto, la conduittura terminale potrà essere costituita da cavo con guaina posato in vista e privo di protezione meccanica aggiuntiva
- Cassetta terminale del punto alimentazione (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a soffitto o parete, completa di pressatubo e passacavo); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui l'utilizzatore non sia idoneo all'ingresso di una tubazione, ma necessiti di uno spezzone di cavo per il raccordo tra cassetta terminale e utilizzatore (lo spezzone è compreso nel punto alimentazione). In ogni caso la cassetta terminale sarà installata qualora sia prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo.

4.14.6. Punti utilizzatori

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti "punti utilizzatori" ci si riferisce al concetto di "punto utilizzatore equivalente", inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari alla realizzazione di un punto che consenta l'utilizzo dell'energia secondo svariate funzionalità.

Nel punto utilizzatore equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare tale utilizzo; si comprendono cioè, oltre all'utilizzatore vero e proprio, anche il relativo punto alimentazione/allacciamento come definito in precedenza, a partire cioè dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione di allacciamento all'utilizzatore (quest'ultimo compreso).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

4.14.6.1 Punto utilizzatore equivalente, serie civile ad incasso

Il punto utilizzatore serie civile ad incasso risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta ad incasso installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE); si precisa che non è generalmente ammesso l'"entra-esce" delle condutture in prossimità dei punti utilizzatori e perciò ciascun punto utilizzatore dovrà essere derivato dalla cassetta secondaria con propria conduittura dedicata; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa tuttavia che, ove i singoli utilizzatori siano predisposti per un collegamento in "entra-esce", lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale del punto utilizzatore (trattasi generalmente di cassetta portafrutto ad incasso installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti utilizzatore compatibili

- Apparecchio utilizzatore costituito da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- Quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti utilizzatore compatibili

4.14.6.2 Punto utilizzatore equivalente, serie civile in vista

Il punto utilizzatore serie civile in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, sarà utilizzato tubo rigido in acciaio zincato di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduittura terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove i singoli utilizzatori siano predisposti per un collegamento in "entra-esci", lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale del punto utilizzatore (trattasi generalmente di cassetta portafrutto in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti utilizzatore compatibili
- Apparecchio utilizzatore costituito da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- Quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti utilizzatore compatibili

4.14.6.3 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale ad incasso

Il punto utilizzatore serie industriale ad incasso risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE); si precisa che non è generalmente ammesso l'"entra-esci"

delle condutture in prossimità dei punti utilizzatori e perciò ciascun punto utilizzatore dovrà essere derivato dalla cassetta con propria condotta dedicata; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un “quadretto prese” (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte

- Quota parte della cassetta terminale di ripartizione, ovvero della base modulare, necessarie alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di cassette modulari ad incasso installate a parete, che potranno essere condivise con altri punti utilizzatore compatibili)
- Apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

4.14.6.4 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in vista

Il punto utilizzatore serie industriale in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Conduttura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, sarà utilizzato tubo rigido in acciaio zincato di diametro equivalente); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un “quadretto prese” (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale di ripartizione, ovvero della base modulare, necessarie alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di base in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

4.14.6.5 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in acciaio inox in vista

Il punto utilizzatore serie industriale in acciaio inox in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale in acciaio inox, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Conduttura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in acciaio inox, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavo con guaina di formazione adeguata, compreso PE); è ammesso che tratti di condotta terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un “quadretto prese” (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale in acciaio inox necessaria alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)

- Apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale in pressofusione di alluminio, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

4.14.6.6 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in alluminio in vista

Il punto utilizzatore serie industriale in alluminio in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Conduttura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in acciaio zincato, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavo con guaina di formazione adeguata, compreso PE); è ammesso che tratti di conduttura terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduttura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un "quadretto prese" (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale in pressofusione di alluminio necessaria alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale in pressofusione di alluminio, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

4.14.6.7 Pulsante di sgancio ad accesso protetto, ad incasso

Il punto pulsante di sgancio ad incasso risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito installata lungo la dorsale, ove necessaria (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione, e presente nel caso in cui sia prevista la duplicazione dello sgancio mediante altri pulsanti in parallelo)
- Canalizzazioni in partenza dal punto pulsante fino alla canalizzazione di dorsale e da quest'ultima fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (lato pulsante, trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 25 mm per contenere cavo con guaina di formazione adeguata, idoneo anche all'alimentazione di eventuali spie di segnalazione; lato bobina, la tipologia di canalizzazione è funzione della posizione del quadro dove si trova la bobina da comandare)
- Qualora compreso nel punto (ovvero conteggiato a parte) cavo in partenza dal punto pulsante fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (la tipologia e le caratteristiche del cavo sono funzione del tipo di sgancio da operare e dei luoghi che la linea di sgancio deve attraversare; in mancanza di indicazioni specifiche, si utilizzerà un cavo multipolare con guaina, del tipo resistente al fuoco)
- Cassetta terminale per l'alloggiamento del pulsante di sgancio (trattasi generalmente di cassetta portafrutto, o similare, ad incasso installata a parete)
- Pulsante di sgancio della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci, e individuabile in modo inequivocabile rispetto agli altri apparecchi di comando; il pulsante dovrà essere tale che non sia possibile avviare la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e, viceversa, che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l'ausilio di un attrezzo o di una chiave.

4.14.6.8 Pulsante di sgancio ad accesso protetto, in vista

Il punto pulsante di sgancio in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito installata lungo la dorsale, ove necessaria (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione, e presente nel caso in cui sia prevista la duplicazione dello sgancio mediante altri pulsanti in parallelo)
- Canalizzazioni in partenza dal punto pulsante fino alla canalizzazione di dorsale e da quest'ultima fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (lato pulsante, trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm per contenere cavo con guaina di formazione adeguata, idoneo anche all'alimentazione di eventuali spie di segnalazione; lato bobina, la tipologia di canalizzazione è funzione della posizione del quadro dove si trova la bobina da comandare)
- Qualora compreso nel punto (ovvero conteggiato a parte) cavo in partenza dal punto pulsante fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (la tipologia e le caratteristiche del cavo sono funzione del tipo di sgancio da operare e dei luoghi che la linea di sgancio deve attraversare; in mancanza di indicazioni specifiche, si utilizzerà un cavo multipolare con guaina, del tipo resistente al fuoco)
- Cassetta terminale per l'alloggiamento del pulsante di sgancio (trattasi generalmente dell'involucro di base del pulsante stesso, installato in vista a parete)
- Pulsante di sgancio della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci, e individuabile in modo inequivocabile rispetto agli altri apparecchi di comando; il pulsante dovrà essere tale che non sia possibile avviare la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e, viceversa, che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l'ausilio di un attrezzo o di una chiave.

4.14.7. Altezza di installazione apparecchiature

Le quote di installazione delle apparecchiature (punti di comando e prese) devono essere conformi alle indicazioni della guida CEI 64-50. In particolare le quote di installazione, con riferimento agli assi ed al piano di calpestio finito, dovranno essere (salvo specifica indicazione riportata negli elaborati grafici):

- Pulsante a tirante isolante per vasca o doccia: $h > 225$ cm
- Punto di alimentazione per boiler: $h = 180$ cm
- Presa e comando luce per specchi e servizi: $110 < h < 120$ cm
- Presa per asciugamano elettrico nei servizi: $130 < h < 140$ cm
- Presa per telecamere: $230 < h < 250$ cm
- Presa e comando luce nei comodini delle stanze da letto: $70 < h < 80$ cm
- Comando luce: $h =$ altezza maniglie porte, ~ 90 cm (20 cm dalle porte)
- Presa in genere (salvo diversa indicazione): 40 cm (20 cm dalle porte)
- Citofono: $h = 140$ cm
- Suoneria: $160 < h < 205$ cm
- Apparecchio di segnalazione ottica: $250 < h < 300$ cm
- Termostato: $150 < h < 160$ cm (20 cm dalle porte)
- Quadro elettrico o centralino: $h = 160$ cm

4.14.8. Abbattimento delle barriere architettoniche

Se l'immobile in oggetto (o alcuni suoi locali) è soggetto a regolamentazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche, le apparecchiature elettriche devono essere collocate ad altezza idonea al loro utilizzo da parte di soggetti disabili, devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protette contro danneggiamenti per urto.

Nelle scale, i dispositivi di comando devono essere visibili anche al buio (luminosi).

Le norme sull'abbattimento delle barriere architettoniche devono essere estese a:

- Spazi esterni: almeno lungo un percorso agevolmente fruibile da persone con ridotte capacità motorie o sensoriali
- Parti comuni dei condomini
- Nel 5% degli alloggi previsti negli interventi di edilizia residenziale convenzionata con un minimo di un'unità per intervento
- Nei servizi igienici per i portatori di handicap deve essere installato un campanello di allarme in prossimità della vasca e del WC

Le altezze di installazione delle apparecchiature nei locali soggetti a regolamentazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche sono le seguenti (si noti che non sono in contrasto con la normativa CEI la quale prescrive solo altezze di installazione consigliate):

- Comando luce: $60 < h < 140$ cm (20 cm dalle porte)
- Campanello o pulsante di comando: $40 < h < 140$ cm
- Presa in genere: $45 < h < 115$ cm (20 cm dalle porte)
- Citofono: $110 < h < 130$ cm
- Termostato: $h = 140$ cm (20 cm dalle porte)
- Quadro elettrico o centralino: $60 < h < 140$ cm

4.15. IMPIANTI ELETTRICI IN AMBIENTI PARTICOLARI

4.15.1. Bagni e docce

Nei locali in cui è prevista la realizzazione di docce o vasche da bagno devono essere rispettate le prescrizioni normative specifiche previste dalla norma CEI 64-8/7 per le varie zone definite dalla norma stessa.

In particolare, sono richiesti collegamenti equipotenziali supplementari realizzati con conduttori in rame da 2.5 o 4 mm², rispettivamente se protetti o meno meccanicamente. Tali collegamenti devono essere realizzati con collari anticorrosione in ottone nichelato per tubazioni in rame e acciaio inossidabile per tubazioni in acciaio zincato. I collegamenti equipotenziali vanno connessi al conduttore di protezione nella cassetta di giunzione più vicina.

I collegamenti equipotenziali supplementari non sono richiesti nei servizi igienici privi di doccia o vasca.

- Per quanto concerne le limitazioni di installazione relative alle diverse zone classificate dei locali da bagno, si rimanda alle specifiche prescrizioni normative già citate; ricorda in particolare che:
- Nella zona 0 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando.
- Nella zona 1 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando, con l'eccezione di interruttori di specifici circuiti SELV con sorgente di sicurezza installata al di fuori delle zone 0, 1 e 2; sono ammessi solo scaldacqua elettrici e apparecchi illuminanti SELV.
- Nella zona 2 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando, con l'eccezione di interruttori di specifici circuiti SELV con sorgente di sicurezza installata al di fuori delle zone 0, 1 e 2; sono ammessi solo scaldacqua elettrici, apparecchi illuminanti di classe I e II, apparecchi di riscaldamento di classe I e II, unità di classe I e II per vasche da bagno per idromassaggio, prese a spina con trasformatore di isolamento di classe II incorporato.
- Nella zona 3 sono ammessi dispositivi di comando, di protezione, prese e utilizzatori purché protetti con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA.

- Le condutture elettriche, eccetto quelle sottotraccia oltre 5 cm di profondità, nelle zone 0, 1 e 2 devono essere limitate a quelle strettamente necessarie e devono avere isolamento corrispondente alla classe II senza tubazioni metalliche o altro rivestimento metallico.

Per i bagni soggetti a regolamentazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche si veda il punto specifico.

4.16. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

4.16.1. Illuminazione di interni

Prescindendo dalla modalità del sistema d'illuminazione (illuminazione diretta, indiretta, mista), l'illuminazione artificiale degli ambienti interni deve essere realizzata considerando i seguenti aspetti:

- Livello ed uniformità di illuminamento
- Temperatura e resa di colore
- Abbagliamento

Vengono nel seguito specificate alcune prescrizioni esecutive in merito.

4.16.1.1 **Livello ed uniformità di illuminamento**

I livelli d'illuminamento medio in esercizio necessari all'interno dei vari locali dovranno essere conformi, per quanto pertinente, con le prescrizioni della norma UNI 12464-1.

In genere, l'illuminamento è calcolato, e/o misurato, su zone del compito visivo poste ad un'altezza di 0,85 m dal pavimento; mentre, nelle zone di transito all'interno dei fabbricati, ci si riferisce al piano collocato ad una quota di 0,20 m dal pavimento.

Al fine di considerare l'efficienza decrescente dell'impianto nel tempo, dovuta all'invecchiamento delle lampade, all'insudiciamento, al deterioramento delle ottiche degli apparecchi di illuminazione, alla diminuzione della riflessione delle pareti, ecc., si introduce il fattore di manutenzione pari a 0,8 in condizioni normali.

Per quanto concerne l'uniformità di illuminamento si prescrive un rapporto fra l'illuminamento minimo e quello medio, con riferimento alla zona del compito visivo, non inferiore a 0,7.

In presenza di attività che richiedano livelli di illuminamento molto diversi, è conveniente prevedere per tutto l'ambiente il livello di illuminamento più basso e aggiungere un'illuminazione localizzata che permetta di raggiungere il livello di illuminamento richiesto per le attività più critiche, ferma restando la necessità di limitare il "salto" di illuminamento e garantire una adeguata uniformità delle zone circostanti, secondo le prescrizioni normative.

Nel caso di locali adiacenti l'illuminamento medio del locale più illuminato non deve essere superiore a 5 volte quello del locale meno illuminato.

4.16.1.2 **Temperatura e resa di colore**

Le lampade per interni sono suddivise in tre gruppi secondo la tonalità del colore della luce emessa:

- Gruppo W: luce calda, temperatura di colore inferiore a 3300 K
- Gruppo I: luce intermedia o neutra, temperatura di colore compresa fra 3300 K e 5300 K
- Gruppo C: luce fredda, temperatura di colore superiore a 5300 K

L'indice di resa dei colori (Ra), variabile da 0 a 100, esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere correttamente i colori degli oggetti illuminati. Quanto maggiore è l'indice Ra tanto più sono apprezzabili i colori.

Le sorgenti luminose sono state suddivise in gruppi di resa del colore (Ra') in funzione dell'indice Ra.

Il gruppo di tonalità e di resa del colore saranno conformi a quanto previsto dalla norma UNI12464-1 e dai documenti progettuali, in ogni caso oggetto di conferma in sede di DL.

In generale, per gli ambienti interni si prescrive un indice di resa dei colori non inferiore a 80 e, per gli ambienti lavorativi, si privilegiano le tonalità di luce intermedia (tipicamente 4000 K).

4.16.1.3 **Abbagliamento**

L'impianto di illuminazione andrà eseguito contenendo l'abbagliamento (diretto o molesto e da riflessione o riflessione velante) entro limiti accettabili (ovvero senza provocare sensazioni fastidiose ai fruitori degli ambienti stessi). La lim-

itazione dell'abbagliamento diretto dipende dall'angolo di schermatura degli apparecchi di illuminazione e dalla loro disposizione nel locale.

Per la limitazione dell'abbagliamento, in relazione al tipo di locale, dovranno essere rispettati i valori limite di UGR previsti dalla norma UNI12464-1.

L'abbagliamento riflesso (o la riflessione velante) può essere ridotto mediante un'opportuna disposizione degli apparecchi di illuminazione rispetto ai posti di lavoro, ricorrendo a pareti e soffitti chiari ed impiegando arredi ed apparecchiature con superfici di finitura opache.

4.16.1.4 Prescrizioni esecutive aggiuntive di carattere generale

L'illuminamento di eventuali vetrine dovrà contenere l'effetto specchio.

Le lampade utilizzate per l'illuminazione di merci o cose soggette a scolorimento devono essere dotate di appositi filtri per raggi infrarossi e/o ultravioletti.

Le lampade con riflettore dicroico devono essere installate solo su apparecchi idonei a sopportarne le elevate temperature di esercizio.

I faretti devono essere posti ad adeguata distanza da eventuali sostanze combustibili, in funzione della loro potenza:

- Fino a 100 W: 0,5 m
- Da 101 a 300 W: 0,8 m
- Da 301 a 500 W: 1,0 m

Nell'installazione di corpi illuminanti in controsoffitto si deve prima verificare che il controsoffitto stesso sia idoneo a sostenere il peso del corpo illuminante e dei relativi accessori. Il corpo illuminante e la relativa conduttura devono essere protetti contro i contatti diretti anche se il controsoffitto non è accessibile (tale prescrizione non si applica a corpi illuminanti alimentati da circuiti SELV). Se il controsoffitto è metallico si dovranno usare apparecchi di classe I o II (evitare di installare apparecchi con involucro isolante non di classe II) e cavi in tubo isolante o in classe II.

Il collegamento in cascata (entra - esci) dei corpi illuminanti è tollerato solo se i morsetti sono doppi o appositamente predisposti.

In tutti gli uffici dove è prevedibile l'uso di videoterminali i corpi illuminanti devono essere del tipo idoneo (es. con schermo di tipo lamellare darklight).

Tutti i corpi illuminanti sono da intendersi completi di lampada e accessori, cablati ed eventualmente rifasati e dotati di protezione per radiodisturbi. La protezione per radiodisturbi deve essere estesa anche ad eventuali trasformatori elettronici per l'alimentazione di lampade a bassissima tensione. La protezione contro i radiodisturbi si intende attuata solamente in caso di presenza di apposito marchio IMQ ANTI DISTURBI RADIO.

I trasformatori elettronici devono essere installati a non meno di 20 cm dai corpi illuminanti (e da altre fonti di calore). La linea a bassissima tensione derivata da ogni trasformatore elettronico non deve comunque avere lunghezza superiore a 2 m (per limitare le cadute di tensione e l'irradiazione di radiodisturbi) e deve avere sezione commisurata alla corrente di impiego (almeno 1 mm² ogni 50 W a 12 V).

4.16.1.5 Tipologie di corpi illuminanti ad uso generale

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere completamente rispondenti alle norme CEI del Comitato Tecnico CT34 e ad altre norme specifiche e disposizioni di legge che dovessero successivamente essere emanate, ad integrazione o sostituzione di quelle citate.

Ciascun apparecchio dovrà essere completo e funzionante in ogni sua parte, caratterizzato da robustezza, precisione di lavorazione e accuratezza di finitura, esente da vibrazioni e rumori dovuti a reattori o altri componenti.

Equipaggiato di lampade (del tipo indicato negli elaborati progettuali) ed integralmente cablato, provvisto di morsettiera sia per i collegamenti interni, sia per il collegamento ai punti luce predisposti, sarà dotato di driver ovvero alimentatori elettronici monolampada.

La tensione nominale di alimentazione sarà tipicamente 230 V alla frequenza di 50 Hz.

Le sorgenti luminose saranno caratterizzate da alta efficienza luminosa e da elevata resa cromatica (Ra > 80 o Ra > 90 laddove applicabile i CAM), generalmente con temperatura di colore ~ 3000 - 4000 K. Gli involucri metallici e le parti metalliche internamente accessibili per manutenzione dovranno essere collegati in modo permanente e sicuro a un morsetto di terra.

Il conduttore di protezione non avrà sezione inferiore a 2,5 mm² e sarà contraddistinto da rivestimento isolante giallo-verde.

Tutte le apparecchiature accessorie contenute nell'apparecchio illuminante, quali starter, condensatore, reattore, zoccoli, e relativi elementi per l'innesto e l'interconnessione, dovranno risultare facilmente smontabili e sostituibili: l'uso di rivettature o "pinzature" è esplicitamente vietato.

Tali apparecchiature, dove indicato, saranno nel numero secondo la tipologia dell'apparecchio illuminante. I cablaggi interni dovranno essere realizzati con conduttori in rame, aventi sezione non inferiore a 1 mm², aventi isolamento e rivestimento resistenti al calore, o conduttori in rame isolati con gomma siliconica resistente al calore e rivestiti con treccia di fibra di vetro trattata, in conformità alla norma CEI 20-19.

Il cassetto costituente il corpo dell'apparecchio illuminante deve essere corredato di guarnizioni elastiche, di materiale antinvecchiamento, poste in adeguata sede, coerentemente al grado di protezione IP prescritto per l'apparecchio stesso; anche l'entrata del cavo di alimentazione dovrà corrispondere al grado di protezione IP prescritto.

I cassettei metallici devono essere realizzati con lamiera di acciaio, trattata e preparata, verniciata a fuoco o con altro procedimento di pari efficacia, con colore bianco, grigio, nero o altro da definirsi in sede di approvazione materiali.

I cassettei in resina devono essere realizzati con l'impiego di resina poliestere rinforzata da fibre di vetro autostinguente.

L'alimentatore (reattore), elettronico o convenzionale, dovrà essere costruito in conformità alle norme vigenti e dovrà portare, fra l'altro, l'indicazione della massima temperatura raggiungibile in condizioni normali e della sovratemperatura che può verificarsi in condizioni anormali di esercizio (corto circuito sullo starter, mancanza del tubo fluorescente, interruzione di un elettrodo, mancato innesco della scarica). Dovranno essere indicati i dati inerenti le temperature suddette, le tecniche costruttive per la non rumorosità, quelli riguardanti l'impiego di resine ad alta temperatura di infiammabilità ed autoestinguenti e la potenza perduta in corrispondenza delle diverse potenze nominali della lampada.

Il tipo di reattore, elettronico o elettromagnetico a bassissime perdite, sarà specificato negli elaborati di progetto; esso dovrà comunque essere "monolampada".

I condensatori di rifasamento devono essere a bassissime perdite, adatti alla elevata temperatura presente nell'apparecchio e devono realizzare, alla tensione nominale di 230 V, il rifasamento dell'apparecchio a fattore di potenza non inferiore a 0,95.

Tutti gli apparecchi devono soddisfare alle norme o leggi riguardanti il livello di disturbo elettromagnetico ammissibile.

I fusibili di protezione dovranno essere agevolmente sostituibili, montati su portafusibili fissi. Nei corpi illuminanti privi di schermo diffusore, è richiesta la diretta accessibilità dei fusibili.

Gli apparecchi dovranno essere completi di accessori, tasselli, staffe, supporti e quant'altro necessario per l'ancoraggio del corpo illuminante a soffitto, controsoffitto, pareti e strutture di qualsiasi natura. Essi dovranno essere montati in maniera tale da renderne agevole la manutenzione.

Nel caso di fissaggio di apparecchi illuminanti sui canali si dovrà consentire lo smontaggio degli apparecchi indipendentemente dai cavidotti.

I componenti (lampade, driver, alimentatori, ecc.) dovranno rispondere costruttivamente alla relativa normativa CEI di prodotto del CT34.

Si intende compresa nella fornitura del corpo illuminante gli oneri derivanti dalla sospensione a soffitto, le connessioni elettriche, pulizia degli schermi e dei riflettori prima della messa in servizio e la messa a punto dell'apparecchio completo in ogni sua parte, compreso il puntamento degli apparecchi che necessitino di questa operazione.

4.16.2. Illuminazione di sicurezza

L'illuminazione di Emergenza, ovvero l'illuminazione destinata a funzionare quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare, si suddivide in:

- illuminazione di Riserva: necessaria per la continuazione delle attività in caso di mancanza di illuminazione ordinaria
- illuminazione di Sicurezza: necessaria per garantire la sicurezza delle persone in caso di mancanza di illuminazione ordinaria

L'illuminazione di Sicurezza può essere poi di diverse tipologie a seconda delle finalità. Può essere infatti:

- di Sicurezza per segnalare le vie d'esodo
- di Sicurezza antipánico

- di Sicurezza per le attività lavorative ad alto rischio
- di Sicurezza per illuminazione dei posti di soccorso, di chiamata e dei posti di ubicazione delle attrezzature antincendio

Si rimanda alla Norma UNI EN 1838: “Applicazioni illuminotecniche - Illuminazione di emergenza” per la definizione dei livelli di illuminamento ed uniformità da prevedere per ogni caso sopra elencato.

L'oggetto del presente paragrafo è costituito in particolare dagli apparecchi illuminanti di tipo autonomo dedicati all'illuminazione di sicurezza.

Nel caso in cui si preveda un'illuminazione di sicurezza con alimentazione centralizzata, valgono le definizioni e specifiche finora fornite per ciascun elemento costituente un impianto di tale tipo (soccorritore in c.c. o in c.a., prescrizioni sulla separazione dei circuiti, apparecchi illuminanti, ...), eventualmente rinviando anche agli altri elaborati di progetto, in particolare all'Elenco Descrittivo delle Voci.

4.16.2.1 Apparecchio illuminante autonomo di sicurezza con autodiagnosi

Sarà costituito da:

- Contenitore in materiale isolante o in lamiera di acciaio (verniciato e collegato a terra) di tipo sporgente o da incasso secondo le esigenze di installazione o quanto richiesto in altro elaborato (computo o specifica dei materiali); grado di protezione IP40 o IP65 (ove richiesto)
- Schermo anteriore in materiale acrilico autoestinguente resistente agli urti, trasparente e conforme alle norme CEI 34-21/22
- Lampada di tipo fluorescente (la potenza è indicata nei vari elaborati di progetto o nell'Elenco Descrittivo delle Voci)
- Batteria di accumulatori al Ni-Cd di tipo ermetico ricaricabili adatti alla carica a corrente costante e di capacità sufficiente a mantenere accesa la lampada per almeno due ore; con temperatura di esercizio max di 50° C
- Trasformatore di separazione con avvolgimenti primario e secondario isolati e tensione di alimentazione primaria: 230 V - 50 Hz
- Carica batterie di tipo a corrente costante adatto alla ricarica automatica della batteria in un tempo non superiore a 24 ore e alla carica di mantenimento
- Dispositivo elettronico per la commutazione automatica su batterie in caso di mancanza di tensione di rete e viceversa al ritorno dell'alimentazione
- Dispositivo per evitare la completa scarica della batteria; (controllo della soglia minima di tensione e della carica automatica)
- Convertitore c.c./c.a. di tipo elettronico per l'alimentazione della lampada completo dei dispositivi di innesco e di stabilizzazione della corrente della lampada e di protezione nel caso di funzionamento a vuoto
- Lampada spia di segnalazione di funzionamento
- Predisposizione per il comando a distanza di interdizione
- Foglio autoadesivo con simboli, scritte, ecc., conformi al D. Lsg. 81/2008 e comunque da concordare con la D.L. per gli apparecchi atti all'indicazione delle uscite di sicurezza

L'apparecchio sarà completo di morsettiera per l'attestazione dei conduttori entranti (linea di alimentazione, comando di interdizione, ecc.), fusibile di protezione, vari accessori per l'installazione e delle seguenti particolarità funzionali:

a) Autotest

Dispositivo elettronico a microprocessore per effettuare periodicamente un autocontrollo sia funzionante che di autonomia.

b) Test funzionali

Il dispositivo dovrà eseguire periodicamente un test completo autocommutandosi in emergenza per un tempo stabilito “t”;

In tale periodo si verificheranno:

- L'avvenuta commutazione
- Il circuito di accensione (INVERTER)
- L'accensione del tubo fluorescente

Se l'esito di tali verifiche sarà positivo l'apparecchio dovrà ripristinare lo stato iniziale. Se sarà negativo le anomalie riscontrate saranno visualizzate a mezzo led.

c) Test di autonomia

Il dispositivo dovrà eseguire periodicamente anche il controllo dell'autonomia delle batterie, con lo stesso criterio esposto al punto “b” per il test funzionale.

d) Dispositivi di segnalamento

Ogni apparecchio dovrà essere dotato di almeno n° 4 segnalatori a led o di n° 1 led multicolore:

- LED verde (ON): indicherà la presenza rete e il corretto funzionamento. Dovrà essere sempre acceso
- LED giallo: indicherà lo stato di deterioramento del tubo fluorescente. Si accenderà quando il tubo dovrà essere sostituito
- 1° LED rosso: indicherà lo stato della batteria. Si accenderà quando l'autonomia sarà insufficiente
- 2° LED rosso: indicherà l'impossibilità dell'apparecchio di commutare in emergenza. Si accenderà per segnalare la necessità di una sostituzione o riparazione

Dovrà essere fornita copia degli schemi elettrici dell'apparecchio su cui siano indicati i collegamenti fra batteria, lampada, apparecchiature elettroniche e linee esterne di alimentazione e di interdizione. Sullo schema medesimo o all'interno dell'apparecchio deve inoltre essere chiaramente indicata la tensione nominale della batteria, la sua capacità nominale riferita alla scarica in 5 o in 10 ore e la tensione nominale della lampada di segnalazione.

4.17. IMPIANTO DI TERRA

4.17.1. Generalità

L'impianto di terra deve essere conforme a quanto indicato dalle norme CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) e CEI 99-3 (CEI EN 50522) (in alta e media tensione) e dalla CEI 64-8 (in bassa tensione).

Dimensioni minime del dispersore in BT:

Tipo di elettrodo	Dimensioni (mm) Sezione (mm ²)	Acciaio zincato a caldo (norme CEI 7-6) *	Acciaio rivestito in rame	Rame
Nastro	Spessore	3	Allo studio	3
	Sezione	100		50
Tondino o cond. massiccio	Sezione	50		35
Conduttore cordato	Diametro fili	1,8		1,8
	Sezione	50		25
Picchetto a tubo	Diametro esterno	40		30
	Spessore	2		3
Picchetto massiccio	Diametro esterno	20		15
Picchetto in profilato	Spessore	5		5
	Dimens. trasversale min.	50		50

* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100 mm²

Dimensioni minime del dispersore in AT:

Materiale		Tipo di dispersore	Dimensione minima				
			Corpo			Rivestimento/guaina	
			Diame- tro mm	Sezio- ne mm ²	Spes- sore mm	Valori singoli μm	Valori medi μm
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina ^(b)		90	3	63	70
		Profilati (incl. piatti)		90	3	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	Con guaina di piombo ^(a)	Tondo per dispersore orizzontale	8			1 000	
	Con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2 000	
Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14,2			90	100	
Rame	Nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ^(c)			
		Corda	1,8 ^(d)	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1,8 ^(d)	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina di piombo ^(a)	Corda	1,8 ^(d)	25		1 000	
	Filo tondo		25		1 000		

(a) Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.

(b) Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati.

(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm².

(d) Per fili singoli.

Allegato C Norma CEI 99-3 Dimensioni minime dei dispersori

In ogni caso, i dispersori devono avere dimensioni minime tali da resistere alla corrosione e alle sollecitazioni termiche della corrente. Negli impianti alimentati in A.T. le dimensioni minime succitate sono ampiamente sufficienti a soddisfare ogni requisito a riguardo di sollecitazioni termiche.

È vietato l'uso, come dispersore, delle tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico, nonché delle armature dei cavi. La posa di dispersori in rame in scavi predisposti, nonché i collegamenti nella loro parte interrata o entro fondazioni, dovrà prevedere le precauzioni onde ridurre i danni per effetto elettrolitico in prossimità di tubazioni, strutture o altri elementi in metallo corrodibile. Ove tale vicinanza sia inevitabile, si dovrà infilare il conduttore entro tubo isolante, ovvero sostituirlo con tratto di cavo isolato, ovvero adottare provvedimenti tali che la distanza minima tra i due metalli diversi non sia inferiore ad almeno 1 m.

La posa del dispersore in cavo entro scavi predisposti dovrà avvenire ad una profondità di almeno 50 cm dal piano del calpestio e ad una distanza minima dell'edificio di 1,50 m; successivamente dovrà essere ricoperto per almeno 30 cm da terreno vegetale; non sarà ammessa la copertura con il solo materiale di "risultato" del cantiere.

In corrispondenza di giunzioni interrate dovranno essere eseguite opportune protezioni al fine di evitare fenomeni di ossidazioni e corrosioni nel tempo.

I conduttori di terra ed i conduttori di protezione devono avere sezioni tali da resistere alle sollecitazioni meccaniche presumibili nel luogo di installazione e alle sollecitazioni termiche prodotte dalla corrente.

Nei confronti delle sollecitazioni meccaniche, i conduttori di terra in AT devono avere sezioni non inferiori a:

- 16 mm² se in rame
- 35 mm² se in alluminio
- 50 mm² se in acciaio

Mentre in BT si deve fare riferimento alla tabella 54A della CEI 64-8.

In relazione alle sollecitazioni termiche, la sezione dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione (in AT e in BT) non deve risultare inferiore a:

$$S = \sqrt{\frac{I^2 t}{k}}$$

dove K dipende da temperatura iniziale e temperatura finale massima ammessa e dai materiali utilizzati. Il tempo t equivale al tempo di intervento delle protezioni.

L'impianto di terra progettato (intenzionale) deve inoltre, laddove possibile, essere collegato agli elementi strutturali metallici (impianto di terra di fatto). In ogni caso, i soli dispersori intenzionali (senza l'ausilio dei dispersori di fatto), devono garantire l'idoneità dell'impianto di terra.

Al collettore di terra, oltre al conduttore di terra dovranno essere collegati i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali principali ed i centro stella dei trasformatori e di eventuali gruppi elettrogeni. I conduttori equipotenziali principali devono collegare al collettore di terra le masse estranee entranti nel fabbricato e devono essere realizzati con conduttore avente sezione pari ad almeno la metà di quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 6 mm² ed un massimo di 25 mm².

I conduttori di protezione devono collegare a terra tutte le masse e se facenti parte della stessa condotta devono avere sezione concorde a quanto indicato nella tabella 54F della Norma CEI 64-8. Un conduttore di protezione può essere comune a più circuiti purché sia applicata la precedente prescrizione con riferimento alla sezione del conduttore di fase maggiore.

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta del conduttore di fase, deve avere sezione almeno pari a 2,5 o 4 mm² a seconda che ne sia prevista o meno protezione meccanica.

Sia in AT sia in BT gli impianti di terra devono garantire la sicurezza delle persone con le modalità indicate nelle Normative CEI 99-2, CEI 99-3 e 64-8. In particolare, in AT, il valore di resistenza di terra deve essere tale da garantire delle tensioni di passo e di contatto al disotto dei limiti massimi ammessi (vedi fig. 4 CEI 99-3) mentre in BT il valore deve essere compatibile con i dispositivi di interruzione automatica del circuito di alimentazione (vedi capitolo 413 CEI 64-8).

Tutta la viteria e bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra e tutti i materiali accessori saranno o in rame o in acciaio inossidabile o zincato a caldo.

Le superfici di contatto, se in rame, dovranno essere stagnate o rinvivate e comunque sgrassate prima della giunzione.

Tutti i punti accessibili connessi agli impianti di terra (scatole di ispezione, nodi di terra, piastre di misura equipotenziale, ecc.) dovranno riportare il segno grafico di messa a terra.

I conduttori di protezione attestati alla sbarra dovranno essere muniti di contrassegno tale da consentire di risalire agevolmente alla loro provenienza.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano su etichette o sulle guaine dei cavi stessi.

All'interno della cassetta di contenimento dovrà trovare posto lo schema dettagliato di tutte le connessioni relative al nodo equipotenziale con riportata la tabella relativa alle sigle dei cavi e la loro destinazione.

I pozzetti della rete di dispersione dovranno essere rintracciabili mediante cartelli indicatori di messa a terra, posti nelle immediate vicinanze e dovranno riportare oltre alla numerazione del dispersore indicata negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL, anche le distanze dal cartello stesso; ove non fosse possibile fissare dei cartelli indicatori, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con il simbolo di messa a terra e con la numerazione del dispersore; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

4.17.2. Componenti tipici impianti di messa a terra

Nel seguito vengo descritte le caratteristiche dei principali componenti tipici costituenti gli impianti di messa a terra:

- Dispersore verticale in acciaio zincato, profilato a croce in acciaio dimensioni 50 x 50 x 5 mm, secondo CEI EN 50164-2 forte zincatura a caldo, lunghezza tra 1-2,5 m con bandiera di collegamento e fori n. 3 x 11 mm, accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore verticale in acciaio zincato, tondo in acciaio 20/25 mm secondo CEI EN 50164-2 forte zincatura a caldo, lunghezza 6 m composto di aste innestabili lungh. 1,5m giunto particolarmente resistente al tiro, inserimento verticale con martello vibratore completo di puntazza, morsetto di collegamento e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore verticale in acciaio Inox, tondo in acciaio 20 mm INOX AISI 316, lunghezza 6 m composto di aste innestabili lungh. 1,5m giunto particolarmente resistente al tiro, inserimento verticale con martello vibratore completo di puntazza, morsetto di collegamento in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore verticale in acciaio ramato, tondo in acciaio 20 mm ramatura elettrolitica 0,25 mm secondo IEC 50164-2, lunghezza 6 m, composto di aste innestabili lungh. 1,5m giunto particolarmente resistente al tiro, inserimento verticale con martello vibratore completo di puntazza, morsetto di collegamento in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; 64-12.
- Dispersore orizzontale tondino in acciaio zincato, tondino diametro 10 mm secondo CEI EN 50164-2; DIN 48 801, qualità Secutronic, forte zincatura a fuoco, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore orizzontale tondino in acciaio inossidabile (AISI 316), tondino diametro 10 mm secondo CEI EN 50164-2; interrato in scavo a 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore orizzontale in acciaio zincato, piattina dim. 30x3,5 mm secondo CEI EN 50164-2 qualità Secutronic, forte zincatura a fuoco, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in INOX e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore orizzontale in acciaio ramato, piattina dim. 20x2,5 mm secondo CEI EN 50164-2 ramatura elettrolitica 0,25 mm secondo IEC 50164-2, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in INOX e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore orizzontale in acciaio INOX, piattina dim. 30x3,5 mm secondo CEI EN 50164-2 qualità AISI 316 - DIN VDE 0151, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in INOX e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore orizzontale cordato in rame diametro ≥ 9 mm e sezione ≥ 50 mm² secondo CEI EN 50164-2; interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispersore di fondazione, tondino in acciaio diametro 10 mm secondo CEI EN 50164-2; DIN 48 801, qualità Secutronic, forte zincatura a fuoco, annegato nel cemento armato, collegato tramite morsetti all'armatura ogni 2 m, tutti i punti fissi di terra necessari per la connessione all'equipotenzializzazione

e/o all'eventuale LPS esterno completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.

- Morsetto di connessione ad uso universale per dispersori di fondazione come morsetto a T, a croce e parallelo per ferri d'armatura da 8-16/15-25 mm a tre elementi in acciaio grezzo con bullone esagonale M12.
- Morsetto di connessione per uso universale come morsetto a T, a croce e parallelo per tondino e ferri d'armatura da 8-16 mm a due elementi in acciaio zincato a fuoco con bullone esagonale M10 in INOX provato secondo CEI EN 50164-1.
- Punto fisso di messa a terra a tre elementi con piastra di collegamento INOX barra di collegamento in acciaio zincato, 10 mm coperchio in plastica giallo, filetto di collegamento M10-12 da inchiodare sulla cassaforma, completo di morsetti di collegamento e tutti gli accessori, provato secondo CEI EN 50164-1.
- Punto fisso di messa a terra a tre elementi con piastra di collegamento INOX e anello in plastica giallo, barra di collegamento, tondino 10 mm coperchio in plastica giallo, filetto di collegamento M10-12 da inchiodare sulla cassaforma, completo di morsetti di collegamento provato secondo CEI EN 50164-1.
- Collare per messa a terra di tubi per la connessione a tubi di riscaldamento e acquedotti, per un diametro fino a 6 pollici, nastro di tesatura in INOX AISI 304 testa di tesatura in INOX AISI 304 con morsetto 4-25 mmq.

4.17.3. Collegamenti equipotenziali in bagni e docce

Dovranno essere eseguiti per ottenere l'equalizzazione del potenziale di tutti gli apparecchi e di tutte le tubazioni di adduzione e scarico di fluidi (acqua impianti idrico e termico, gas) ai vari apparecchi sanitari o altri utilizzi o servizi quali scaldabagno, vasca, piatto doccia con lastra metallica sotto pavimento, lavabo, lavello, bidè, attacchi per elettrodomestici, contatore dell'acqua ecc.

I collegamenti dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dalle raccomandazioni CEI del fasc. 5423 e con le seguenti modalità:

- a) il cavo impiegato sarà del tipo flessibile in rame isolato in PVC (cavo N07V-K / N07G9-K) di colore giallo-verde e sezione 6 mm². Sarà posato entro tubazioni protettive in PVC della serie pesante di tipo corrugato se incassate sottotraccia a parete o di tipo rigido negli altri casi e con diametro di almeno 16 mm. Il cavo dovrà essere portato fino alla più prossima cassetta di derivazione senza che su di esso siano fatte giunzioni ma semplicemente asportando l'isolante ove necessario eseguire un collegamento. In corrispondenza dei collegamenti, se necessario (ad es. se l'organo di connessione è sprovvisto di morsetto), dovranno essere previsti capicorda a compressione di tipo adatto
- b) organi di connessione costituiti da morsetti in lega pressofusa per tubi fino a circa 2" costituiti da due parti apribili e serrate sulla tubazione con due bulloni in acciaio zincato; provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziali ovvero morsetti in acciaio zincato o cadmiato per tubazioni fino a 6" serrate mediante fascetta in nastro di acciaio zincato; provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziali. Si possono utilizzare anche bulloni in ottone, acciaio zincato o inossidabile per la connessione di vasche, piatti doccia lastre metalliche sotto pavimento. I morsetti dovranno essere posti in opera in modo che staccando il rosone che di norma copre l'entrata del tubo nel muro, sia possibile ispezionare la connessione conduttore equipotenziale-morsetto oppure in altro modo equivalente. Le zone sottostanti i morsetti o i bulloni dovranno essere accuratamente pulite

4.17.4. Impianti di terra per applicazioni particolari

4.17.4.1 **Impianto di terra per illuminazione esterna**

L'impianto di terra dovrà essere realizzato solo nel caso non si opti per un impianto in classe II.

Le masse da proteggere (pali, carpenterie metalliche,..) possono essere messe a terra con dispersori non collegati tra di loro, purché le masse stesse non siano simultaneamente accessibili e purché, per soddisfare la relazione $R_t \leq 50/I$, venga considerato il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori.

L'impianto va realizzato secondo le prescrizioni del capitolo 54 della Norma CEI 64-8 e, qualora l'impianto risultasse parte costitutiva di un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, secondo la Norma CEI 81-10.

In particolare, la Norma CEI 64-8 stabilisce le sezioni minime da adottare per il dispersore, il conduttore di terra ed i conduttori di protezione.

Il dispersore sarà costituito da dispersori verticali (picchetti) eventualmente interconnessi con tondino in acciaio zincato ovvero con cavo isolato. I picchetti saranno collocati entro i pozzetti di ispezione lungo lo scavo.

Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

I conduttori di terra ed i conduttori di protezione dovranno avere colorazione giallo-verde e saranno di tipo N07V-K.

In ottemperanza a tale decreto, l'impianto deve essere verificato periodicamente per il mantenimento della sua efficacia.

Inoltre, come prescritto dal DPR 462/01, è necessario presentare, entro 30 giorni dalla messa in servizio degli impianti, la dichiarazione di conformità, rilasciata dalla Ditta esecutrice, all'ASL o all'ARPA ed all'ISPELS competente per il territorio.

Inoltre, sempre in ottemperanza del decreto 462/01 l'impianto di terra deve essere sottoposto a verifiche periodiche di legge (nel caso specifico con frequenza quinquennale) condotte dall'ASL o dall'ARPA (o da organismi abilitati) in modo da certificare il buon risultato della regolare manutenzione.

4.18. PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Qualora necessario, l'impianto dovrà essere realizzato in conformità alle norme CEI 81-10.

I captatori dovranno essere saldamente ancorati in modo da evitare rotture e disancoraggi per sollecitazioni termiche, meccaniche ed elettromeccaniche. I relativi dispositivi di sostegno dovranno essere idonei alla superficie di appoggio o fissaggio ed installati con interdistanza di massimo 1,5m; sul perimetro dell'edificio dovranno essere posizionati appositi supporti, fissati a mezzo di chiodature a secco o di tasselli con blocco a vite del conduttore.

Tutte le parti sporgenti della superficie ove verrà installata la rete di captazione dovranno essere protette da adeguati conduttori.

Le calate possono essere costituite dai ferri di armatura se e solo se essi garantiscono la continuità a mezzo di giunzioni saldate di tipo alluminotermica. Non sono ammesse legature tra ferri sovrapposti.

Resta inteso che la Ditta installatrice dovrà farsi carico, presso l'Impresa edile, di fornire tutti i suggerimenti atti a eseguire correttamente le giunzioni equipotenziali tra i ferri di armatura dei solai, dei pilastri e delle fondazioni.

Qualora si impieghino dei conduttori esterni, essi dovranno essere saldamente ancorati alle pareti in modo da evitare rotture e disancoraggi per sollecitazioni termiche, meccaniche ed elettromeccaniche con supporti e bloccaggi a vite o a compressione. L'ultimo tratto di discesa da quota +2,5 m dal piano di calpestio dovrà essere isolato con tubo PVC tipo medio rigido fino al pozzetto di connessione al dispersore.

Le calate dovranno essere connesse alla maglia captatrice per quanto possibile in corrispondenza dei nodi di quest'ultima e dovranno seguire percorsi il più possibile rettilinei ed evitare la formazione di cappi.

Il dispersore di terra dovrà coincidere con l'impianto di protezione contro contatti indiretti e dovrà rispondere oltre alle già citate norme CEI 81-10 anche alle prescrizioni del paragrafo precedente.

Tutte le giunzioni, le derivazioni e gli incroci saranno effettuati mediante saldatura alluminotermica, o morsetti a compressione o bullonatura (solo se ispezionabile).

Le giunzioni dovranno essere ridotte al minor numero possibile e garantire le seguenti superfici di contatto a seconda del tipo:

- Saldatura alluminotermica: stessa sezione del conduttore
- Morsetti a compressione o bulloni: 60% in più della sezione del conduttore

Eventuali morsetti per effettuare gli incroci tra i conduttori saranno appositamente sagomati in relazione alla dimensione dei conduttori.

Nelle eventuali giunzioni bimetalliche dovranno interpersi materiali di separazione galvanica quali fasciature di piombo, ottone, capicorda stagnati, ecc.

Le parti metalliche di antenne, gronde, ornamenti, ringhiere, serbatoi, porte, ecc. sporgenti all'esterno del volume protetto e aventi superfici > di 1.00 m² o altezze maggiori di 1.00 m, dovranno essere connesse all'impianto di protezione tramite il percorso più breve possibile, con conduttori aventi caratteristiche e dimensioni uguali a quelle degli elementi dell'impianto di protezione stesso.

Tutti i materiali e le giunzioni dovranno avere una resistenza meccanica adeguata a sopportare senza danno gli effetti elettrodinamici causati dalla corrente di fulmine ed eventuali sforzi accidentali.

4.18.1. Protezione contro le scariche atmosferiche per pali di illuminazione esterna

In generale non è da ritenere necessaria la protezione dei sostegni contro i fulmini (art. 714.35 Norma CEI 64-8).. La protezione è richiesta in casi particolari quando il rischio sia da considerare non trascurabile, ad esempio per la contemporanea presenza dei seguenti elementi:

- Probabile permanenza di numero elevato di persone nelle immediate vicinanze del sostegno
- Sostegni con rilevante altezza fuori terra (torri faro)

4.19. IMPIANTI ELETTRICI SPECIALI

Nel presente paragrafo si intendono fornire tutte le prescrizioni di carattere generale relative alle modalità esecutive degli impianti speciali.

Resta inteso che le indicazioni specifiche dei singoli impianti speciali (TV, rivelazione incendi, antintrusione, fonìa/dati, diffusione sonora, ecc..) e dei relativi componenti costitutivi sono riportate negli altri elaborati di progetto. In particolare si rinvia all'Elenco Descrittivo delle Voci ed agli schemi a blocchi di principio.

I vari componenti utilizzati per la realizzazione dei punti equivalenti (cassette, canali, cavi, ecc.) dovranno avere, salvo diversa ed esplicita diversa indicazione, le caratteristiche evidenziate nei paragrafi precedenti, sia per quanto riguarda le modalità di posa, sia per quanto riguarda la marcatura, il dimensionamento, ecc..

In particolare, la distribuzione terminale ai punti dovrà essere realizzata con tubazione PVC flessibile serie pesante o rigida di diametro minimo 20 mm.

Le cassette di derivazione/transito e le tubazioni dovranno essere dedicate al tipo di impianto ed indipendenti da quelle utilizzate per gli altri servizi.

Ogni singolo componente dovrà essere identificato con la codifica che sarà definita in sede di DL a mezzo targhette adesive in tela plastificata.

L'alimentazione delle centraline di gestione degli impianti speciali deve essere efficacemente protetta contro le sovratensioni transitorie provenienti dalla rete elettrica con dispositivi di protezione realizzati con scaricatori di adeguate caratteristiche.

Nel seguito vengono riportate alcune prescrizioni tecniche, specifiche ai singoli impianti speciali, non desumibili dagli altri elaborati grafici e descrittivi facenti parte del presente progetto.

4.19.1. Impianto rivelazione incendi

L'impianto di rivelazione incendi deve essere realizzato in conformità alle norme UNI 9795 con componenti conformi alle norme UNI EN 54.

Le zone sorvegliate devono essere interamente controllate e devono comprendere:

- Vani elevatori, ascensori, montacarichi
- Cunicoli e canali per carichi elettrici (questi ultimi se di dimensioni rilevanti)
- Canalizzazioni d'aria per il condizionamento e la ventilazione
- Spazi nascosti sopra soffittature o sotto pavimenti

Possono non essere sorvegliati servizi igienici, docce e simili.

Il tipo di rivelatore da installare è indicato negli elaborati grafici, in ogni caso, la scelta dei rivelatori dovrà comunque tenere conto dei seguenti fattori:

- Condizioni ambientali (umidità, temperatura ecc.)
- Moti dell'aria
- Vibrazioni
- Sostanze corrosive
- Presenza di polveri
- Natura dell'incendio nella fase iniziale
- Configurazione geometrica dell'ambiente
- Presenza di fonti di irraggiamento, aria calda, vapori ecc.
- Funzioni particolari richieste al sistema (spegnimento, sfollamento ecc.)

L'installazione dei rivelatori d'incendio deve essere curata in modo da garantire la pronta rivelazione di ogni tipo d'incendio nella zona sorvegliata fin dal suo stadio iniziale evitando comunque falsi allarmi.

La centrale di controllo e segnalazione deve essere conforme alla norma UNI EN 54-2, deve garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema e deve essere dotata di doppia alimentazione (primaria e secondaria).

L'alimentazione elettrica secondaria deve garantire il funzionamento del sistema in assenza dell'alimentazione elettrica primaria per almeno 72 ore in stand-by e 30 minuti in situazione di allarme e può essere derivata da:

- Batteria di accumulatori incorporata
- Rete elettrica di sicurezza indipendente

L'intervento della centrale di controllo e segnalazione deve garantire l'intervento di una segnalazione acustica interna e ottico - acustica esterna.

Nel caso in cui ciò sia previsto, l'intervento della centrale di controllo e segnalazione deve garantire anche:

- La chiusura delle porte di compartimentazione (normalmente tenute aperte da elettromagneti)
- La chiusura delle serrande tagliafuoco disposte sulle canalizzazioni d'aria
- Il fermo di tutti i sistemi di ventilazione meccanica
- L'apertura dei cupolini o delle finestrate preposte all'evacuazione del fumo e del calore
- L'azionamento del combinatore telefonico per allarme remoto
- L'azionamento del combinatore telefonico per allarme diretto alla centrale VV.F. più vicina

I pulsanti di sgancio devono essere conformi alla norma UNI EN 54-11, del tipo in cassetta sottovetro e posizionati in corrispondenza alle principali vie di uscita o centri di pericolo.

L'azionamento dei pulsanti di sgancio deve garantire le stesse funzioni previste nel caso di intervento della centrale di controllo e segnalazione.

I componenti di sicurezza provvisti di segnalazione ottica (rivelatori, pulsanti manuali di allarme, ecc.) dovranno essere posizionati in modo tale che la segnalazione possa essere velocemente individuata.

I pulsanti manuali dovranno essere completi di indicazioni interne o di targhe esterne in alluminio serigrafato indicanti in italiano e chiaramente la loro funzione.

4.19.2. Impianto di trasmissione dati

La rete dati dovrà essere realizzata nel pieno rispetto delle normative vigenti, con le prestazioni richieste nella documentazione progettuale allegata.

Dovranno inoltre essere prodotte le documentazioni relative alle prove, verifiche, misure e certificazioni richieste in apposita sezione del presente documento.

4.19.2.1 **Apparati attivi**

4.19.2.1.1. Switch principale di layer 3

Switch principale layer 3 adatto ad installazione su rack da 19" e caratterizzato da.

- 1 U standard 19"
- supporto layer 3
- n.24 porte COMBO (porta RJ45 10/100/1000 Base T o moduli SFP 100/1000 Base)
- n. 4 porte SFP+ 1/10 Gbps
- slot per modulo 2 porte QSFP+ 40G
- doppia alimentazione da 40 a 60VDC con relativi alimentatori da 150W
- consumo massimo 97 W
- temperatura operativa: compresa tra 0° C e +45° C
- umidità: compresa tra 5 e 90% di umidità relativa non condensante
- dimensioni 440 x 420 x 44 mm
- performance:
 - 40Gbps of stacking bandwidth per switch using front panel 10G SFP+ ports
 - 160Gbps of stacking bandwidth per switch using optional AT-StackQS expansion module
 - Supports 13KB jumbo frames
 - Wirespeed multicasting
 - 4094 configurable VLANs
 - Up to 64K MAC addresses
 - Up to 16,000 OSPF routes
 - Up to 2,000 IPv4 multicast entries
 - Up to 2000 OpenFlow v1.3 entries
 - Up to 32 dynamic (LACP) and 96 static channel groups, of up to 8-ports each
 - 2GB DDR SDRAM, 256MB flash memory
 - Packet buffer memory: x930-28 - 2MB, 52 - 4MB
- principali funzionalità e protocolli:
 - IPv4 Features

- Black hole routing
- Directed broadcast forwarding
- DNS relay
- Equal Cost Multi Path (ECMP) routing
- Policy-based routing
- Route maps and route redistribution (OSPF, BGP, RIP)
- Static unicast and multicast routing for IPv4
- UDP broadcast helper (IP helper)
- Up to 64 Virtual Routing and Forwarding (VRF lite) domains (with license)
- IPv6 Features:
 - DHCPv6 client and relay
 - DNSv6 client and relay
 - IPv4 and IPv6 dual stack
 - IPv6 aware storm protection, QoS and hardware ACLs
 - Device management over IPv6 networks with SNMPv6, Telnetv6 and SSHv6
 - NTPv6 client and server
 - Static unicast and multicast routing for IPv6
 - Log to IPv6 hosts with Syslog v6
- Management
 - Front panel 7-segment LED provides at-a-glance status and fault information
 - Try AMF for free with the built-in Starter license
 - Console management port on the front panel for ease of access
 - Eco-friendly mode allows ports and LEDs to be disabled to save power
 - Web-based Graphical User Interface (GUI)
 - Industry-standard CLI with context-sensitive help
 - Out-of-band 10/100/1000T Ethernet management port
 - Comprehensive SNMP MIB support for standards-based device management
 - Built-in text editor and powerful CLI scripting engine

- Event-based triggers allow user-defined scripts to be executed upon selected system events
- USB interface allows software release files, configurations and other files to be stored for backup and distribution to other devices
- Quality of Service
 - 8 priority queues with a hierarchy of high priority
 - queues for real time traffic, and mixed scheduling, for each switch port
 - Limit bandwidth per port or per traffic class down to 64kbps
 - Wirespeed traffic classification with low latency essential for VoIP and real-time streaming media applications
 - IPv6 QoS support
 - Policy-based QoS based on VLAN, port, MAC and general packet classifiers
 - Policy-based storm protection
 - Extensive remarking capabilities
 - Taildrop for queue congestion control
 - Queue scheduling options for strict priority, weighted round robin or mixed scheduling
 - IP precedence and DiffServ marking based on layer 2, 3 and 4 headers
- Resiliency Features
 - BPDU forwarding
 - 10G and 40G stacking ports can be configured as Ethernet ports
 - Control Plane Prioritization (CPP) ensures the CPU always has sufficient bandwidth to process network control traffic
 - EPSRing (Ethernet Protection Switched Rings) with SuperLoop Protection (SLP) and enhanced recovery for extra resiliency
 - Long-Distance VCStack (LD-VCStack) using SFP+ or QSFP+ modules
 - Loop protection: loop detection and thrash limiting
 - PVST+ compatibility mode
 - STP root guard

- VCStack fast failover minimizes network disruption
- Security Features
 - Access Control Lists (ACLs) based on layer 3 and 4 headers
 - Configurable ACLs for management traffic
 - Auth fail and guest VLANs
 - Authentication, Authorisation and Accounting (AAA)
 - Bootloader can be password protected for device security
 - BPDU protection
 - DHCP snooping, IP source guard and Dynamic ARP
 - Inspection (DAI)
 - DoS attack blocking and virus throttling
 - Dynamic VLAN assignment
 - MAC address filtering and MAC address lock-down
 - Network Access and Control (NAC) features manage endpoint security
 - Port-based learn limits (intrusion detection)
 - Private VLANs provide security and port isolation for multiple customers using the same VLAN
 - RADIUS group selection per VLAN or port
 - Secure Copy (SCP) and Secure File Transfer
 - Protocol (SFTP) client
 - Strong password security and encryption
 - TACACS+ command authorisation
 - Tri-authentication: MAC-based, web-based and
 - IEEE 802.1x

Accessori

Per ogni switch di nodo principale sono previste le seguenti dotazioni/attività accessorie:

- accessori per installazione delle apparecchiature in armadio rack 19"
- modulo per connessione in stack di più apparati
- bretelle ottiche e in rame

- configurazione/ingegnerizzazione delle apparecchiature attive
- software e licenze per apparato attivo
- servizio di assistenza (modulo base 1 anno)

4.19.2.1.2. Switch secondario di layer 2 POE+ (SWT)

Switch layer 2 del tipo industriale adatt per installazione in rack 19", caratterizzato da.

- 1 U standard 19";
- n. 16 porte RJ45 per cavi in rame 10/100/1000 Base TX (10/100 Mbit/s) – POE+ (30W per port);
- n. 2 porte per SFP 100/1000 Base (100/1000 Mbit/s);
- performance:
 - RAM 512MB DDR SDRAM
 - NOR 125MB flash
 - Fino a 16K Mac Address
 - Fino a 512 multicast entries
 - packet Buffer memory 1.5MB
 - supports 10KB jumbo frames
 - priority queues 8
 - VLANs ID range 2048
- alimentazione 230 Vac;
- alimentazioni POE: n.8 a 15W (POE), n.8 a 30W (POE+), n.4 a 60 W (Hi-POE);
- consumo massimo 320 W;
- temperatura operativa: compresa tra 0° C e +60° C;
- umidità: compresa tra 5 e 95% di umidità relativa non condensante
- principali funzionalità e protocolli:
 - IEEE 802.2 Logical Link Control (LLC) IEEE 802.3 Ethernet IEEE 802.3ab1000BASE-T IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3at Power over Ethernet up to 30W (PoE+) IEEE 802.3azEnergy Efficient Ethernet (EEE) IEEE 802.3u 100BASE-X IEEE 802.3x Flow control - full-duplex operation IEEE 802.3z 1000BASE-X IEEE 1588v2 Precision clock synchronization protocol v2
 - IPv4, IPv6, SNMPv1, v2c and v3 IEEE 802.1ABLink Layer Discovery Protocol (LLDP), IGMP, IGMP/MLD, IEEE 802.1p Priority tagging
 - ITU-T G.8023 / Y.1344 Ethernet Ring Protection Switching (ERPS) IEEE 802.1AX Link aggregation (static and LACP) IEEE 802.1D MAC bridges IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) IEEE 802.3adStatic and dy-

dynamic link aggregation, SSH remote login SSLv2 and SSLv3 TACACS+ accounting and authentication IEEE 802.1X authentication protocols,

- IEEE 802.1X multi-suplicant authentication IEEE 802.1X port-based network access control, Generic VLAN Registration Protocol (GVRP) IEEE 802.1ad Provider bridges (VLAN stacking, Q-in-Q) IEEE 802.1Q Virtual LAN (VLAN) bridges IEEE 802.1v VLAN classification by protocol and port IEEE 802.3ac VLAN tagging, LLDP-MED ANSI/TIA-1057

Accessori

Per ogni switch secondario sono previste le seguenti dotazioni/attività accessorie:

- bretelle ottiche e in rame
- configurazione/ingegnerizzazione delle apparecchiature attive
- software e licenze per apparato attivo
- servizio di assistenza (modulo base 1 anno)

Switch secondario di layer 2 POE+ (SWS)

Switch layer 2 del tipo industriale adatto ad installazione su su guida DIN e caratterizzato da.

- n. 8 porte RJ45 per cavi in rame 10/100 Base TX (10/100 Mbit/s) – POE+ (30W per port);
- n. 2 porte per SFP 100/1000 Base (100/1000 Mbit/s);
- n.2 moduli SFP 1000 Base LX per fibra ottica monomodale (1 Gbit/s);
- performance:
 - RAM 512MB DDR SDRAM
 - NOR 64MB flash
 - Mac Address 16K
 - packet Buffer 1.5Mbits
 - priority queues 8
 - VLANs ID range 1 -4094
 - Multicast groups 512
- alimentazione mediante alimentatore esterno 230 Vac – 24 Vdc;
- alimentazioni POE: n.8 a 15W (POE), n.8 a 30W (POE+), n.4 a 60 W (Hi-POE);
- consumo massimo 320 W;
- temperatura operativa: compresa tra -10° C e +65° C con umidità relativa tra 5% e 95% senza condensa;
- umidità: compresa tra 5 e 95% di umidità relativa non condensante
- dimensioni (H x W x D) 72 x 115 x 152 mm;

- grado di protezione: IP30
- principali funzionalità e protocolli:
 - IEEE 802.2 Logical Link Control (LLC) IEEE 802.3 Ethernet IEEE 802.3ab1000BASE-T IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3at Power over Ethernet up to 30W (PoE+) IEEE 802.3azEnergy Efficient Ethernet (EEE) IEEE 802.3u 100BASE-X IEEE 802.3x Flow control - full-duplex operation IEEE 802.3z 1000BASE-X IEEE 1588v2 Precision clock synchronization protocol v2
 - IPv4, IPv6, SNMPv1, v2c and v3 IEEE 802.1ABLink Layer Discovery Protocol (LLDP), IGMP, IGMP/MLD, IEEE 802.1p Priority tagging
 - ITU-T G.8023 / Y.1344 Ethernet Ring Protection Switching (ERPS) IEEE 802.1AX Link aggregation (static and LACP) IEEE 802.1D MAC bridges IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) IEEE 802.3adStatic and dynamic link aggregation, SSH remote login SSLv2 and SSLv3 TACACS+ accounting and authentication IEEE 802.1X authentication protocols,
 - IEEE 802.1X multi-suplicant authentication IEEE 802.1X port-based network access control, Generic VLAN Registration Protocol (GVRP) IEEE 802.1ad Provider bridges (VLAN stacking, Q-in-Q) IEEE 802.1Q Virtual LAN (VLAN) bridges IEEE 802.1v VLAN classification by protocol and port IEEE 802.3acVLAN tagging, LLDP-MED ANSI/TIA-1057

Accessori

Per ogni switch secondario sono previste le seguenti dotazioni/attività accessorie:

- accessori per installazione delle apparecchiature su guida DIN
- bretelle ottiche e in rame
- configurazione/ingegnerizzazione delle apparecchiature attive
- software e licenze per apparato attivo
- servizio di assistenza (modulo base 1 anno)
- alimentatore switching 230Vac/24Vdc

4.19.2.1.3. Modulo SFP – FIBRA 1000 Base LX

Modulo SFP (small form-factor pluggable) 1000 Base LX per connessione fibra ottica monomodale

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- lunghezza d'onda 1310 nm
- massima data rate 1.25 Gbps
- distanza 10 km
- sensibilità -19 dB (min) / -36 dB (max)
- trasmissione -9 db (min) / -6 dB (tipico) / -3 dB (max)

- temperatura di funzionamento -10 + 70°C

4.19.2.1.4. Transceiver elettro/ottico

Transceiver elettro-ottico per la conversione del segnale ottico in elettrico o viceversa.

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- adatto ad installazione in subrack o stand-alone
- 10/100/1000 BASE TX - RJ45
- porta SFP complete di Modulo SFP – 1000 Base LX per fibra ottica monomodale – 10 km
- pannello frontale con indicazioni a LED (link, attività.....)
- auto MDI/MDI-X
- auto-negotiation
- half/full-duplex
- alimentazione 230 V – 50 Hz
- assorbimento 6W
- dimensioni 10.5x9.5x2.8 cm
- peso 0.27 kg
- temperatura di funzionamento da 0 a 40°C

4.19.2.2 Apparati passivi

Requisiti di cablaggio

Il cablaggio della rete fibre ed in rame dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- Le reti di cablaggio dell'opera in oggetto dovranno essere in accordo alla norma EN50173-3, "Tecnologia dell'informazione. Sistemi di cablaggio generico- Parte 3: Edifici industriali" e s.m.i.. In particolare, la progettazione dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma EN 50173-3, punto 1.2 come qui indicato:
 - Struttura e configurazione dovranno essere conformi alle prescrizioni del punto 4 di Norma EN50173-3
 - L'interfaccia con il cablaggio del punto di uscita telecomunicazioni dovrà essere conforme alle prescrizioni del punto 8 di Norma EN50173-3, per quanto riguarda le interfacce di accoppiamento e le prestazioni
 - Il collegamento dell'hardware in altri punti del cablaggio dovrà essere conforme alle prescrizioni del punto 8 di Norma EN50173-3.
 - Le prestazioni del canale trasmissivo dovranno essere conformi alle prescrizioni riguardanti prestazioni della trasmissione applicabili indicate nel punto 5 di Norma EN50173-3. Questo obiettivo sarà raggiunto usando le implementazioni di riferimento del punto 6 e componenti compatibili di cablaggio in conformità alle prescrizioni dei punti 7, 8 e 9, sulla base di un approccio statistico di modellizzazione delle prestazioni di Norma EN50173-3.

- Tutti gli impianti, posti sia all'interno che all'esterno dell'opera in oggetto, dovranno essere conformi alla norma EN50174-3, "Tecnologia dell'informazione. Sistemi di cablaggio - Part 3: Pianificazione e pratiche per impianti all'esterno di edifici", e s.m.i.
- Tutti gli impianti nei locali server e nei locali tecnici dovranno essere conformi alla norma EN50174-2, "Tecnologia dell'informazione. Sistemi di cablaggio. - Parte 2: Pianificazione e pratiche per impianti all'interno di edifici" , e s.m.i.

Armadi rack

Gli armadi utilizzati per ospitare le apparecchiature di cablaggio passive ed attive dovranno essere realizzati in conformità della UNI EN ISO 9001 e ISO 14001 e delle norme internazionali IEC 297- 2, le DIN 41494 parte 1 e DIN 41494 parte 7 per il montaggio di apparati elettrici ed elettronici, EN 60950, VDE 0100 ed infine conformi alle norme ETSI ETS 300-119.

Gli armadi rack 19" (482,6 mm.) dovranno alloggiare gli apparati attivi di rete, i patch panel delle dorsali in fibra ottica, i componenti passivi per l'attestazione dei cavi di dorsale, del cablaggio orizzontale e dovranno essere costituiti da una struttura metallica basata su due telai autoportanti.

Le dimensioni degli armadi dovranno garantire la possibilità di posa di apparati passivi ed attivi e l'esecuzione del cablaggio per l'attestazione di tutti i cavi sia di dorsale che i diversi punti utenza. Dovrà inoltre essere prevista la possibilità di espansione per una percentuale del 30%.

Tutti gli armadi di cablaggio dovranno avere un'organizzazione interna che garantisca un ordinato montaggio di tutti i componenti installati; pertanto, a tale scopo, si dovranno prevedere tutti gli accessori necessari, quali ad esempio pas-sacavi, pannelli ciechi, etc.

Le porte di accesso agli armadi rack dovranno essere realizzate in vetro temperato dallo spessore min. 4 mm (salvo diversa indicazione) in conformità alla normativa UNI EN 12150-1 per la sicurezza. Tale vetro, oltre a garantire una resistenza superiore al normale vetro, in caso di rottura, si dovrà sbriciolare in minuscoli frammenti inoffensivi, al fine di essere classificato tra i materiali vetrosi di sicurezza.

Gli armadi rack dovranno essere muniti sia di targhette identificative recanti il numero di serie, che di marchi di approvazione a Standard (ad es. CSA, VDE) sia di numero di registrazione con il quale sono stati registrati i prodotti presso i rispettivi istituti di test.

All'interno dell'armadio dovranno essere utilizzati accessori che garantiscano le condizioni ottimali di funzionamento e gestione del cablaggio, quali:

- Sistemi di ventilazione
- Ripiani fissi o estraibili
- Prese adatte per spine UNEL per l'alimentazione degli apparati attivi ed interruttore bipolare magnetotermico di protezione
- Etc..

Pannelli di permutazione per cavi in fibra ottica monomodale con posa in rack 19"

Il pannello di attestazione (patch panel) per fibra ottica sarà utilizzato all'interno degli armadi per l'attestazione della fibra di dorsale ovvero secondaria.

I patch panel, in funzione del tipo di cavo utilizzato, ospiteranno moduli con bussole SC (come raccomandato dagli standard EIA/TIA 568B e ISO/IEC 11801) ovvero ST ovvero MT-RJ, come indicato nella documentazione progettuale.

L'attestazione dei cavi ottici di dorsale deve avvenire su pannelli ottici adatti al montaggio su rack 19" (1U o superiore).

Sulla parte frontale del pannello, in corrispondenza di ogni bussola sarà posizionata un'etichetta identificativa della fibra connettorizzata.

Le interconnessioni saranno realizzate utilizzando bretelle di permutazione di tipologia omogenea alla fibra installata, collegate agli apparati attivi e/o altre tratte di dorsale e/o postazioni di lavoro.

Le bretelle di raccordo agli apparati attivi dovranno essere del tipo bifibra monomodale 9/125 micron e dotate ai due estremi di opportuni connettori, rispettando, nel collegamento agli apparati, la polarizzazione delle fibre.

Ciascuna fibra della bretella, dovrà essere singolarmente protetta con rivestimento di tipo Tight, costituito da filo aramidico e guaina termoplastica ed avrà le stesse caratteristiche ottiche del cavo installato.

La lunghezza della bretella dovrà essere finalizzata in dipendenza delle distanze medie di permutazione, con lunghezza minima 1 metro.

Armadio compatto con subrack in tecnica N3 per terminazione di cavi ottici

Armadio standard ETSI adatto al contenimento di sub-rack per cavi ottici, in tecnica N3 caratterizzato da:

- struttura e telaio in lamiera di acciaio verniciata;
- completo di porta cieca;
- porta e pannelli apribili/rimovibili;
- dimensioni armadio 300x300x2200(h) mm;
- capacità di ospitare fino a 5 sub-rack di attestazione fibre ottiche;
- adatto alla gestione di cavi ottici in spazi ridotti;
- ingresso e uscita cavi dall'alto o basso.

Ogni subrack sarà in grado di:

- ospitare fino a n.24 connettori SC/PC per fibre ottiche monomodali oppure n.48 connettori SFF;
- telaio realizzato in lamiera di acciaio verniciata;
- bussole monomodali tipo SC;
- cartelle porta giunti.

Armadio ATV

Ogni armadio ATV sarà caratterizzato da:

- armadio e zoccolo in lamiera di acciaio INOX, con zoccolo ;
 - porta piena in lamiera di acciaio INOX completa di cerniere a 180°, serratura e contatto porta;
 - tetto in lamiera zincata;
 - piastra interna in lamiera zincata;
 - grado di protezione IP55 – IK10
 - dimensioni 600x400x1400mm
- Armadio di contenimento
 - armadio in lamiera di acciaio INOX
 - porta piena in lamiera di acciaio INOX completa di cerniere a 180° e serratura

- contatto porta (segnalazione porta aperta)
- tetto in lamiera di acciaio INOX
- golfari di sollevamento in acciaio fuso zincato
- piastra interna in lamiera zincata
- passacavi
- zoccolo di acciaio INOX
- grado di protezione IP55 – IK10
- dimensioni 600x400x1400mm
- apparati di protezione (quadro elettrico armadio ATV)
 - sezionatore generale 2x25A
 - scaricatore di sovratensione e relativa protezione
 - interruttori magnetotermici per le utenze terminali
 - canaline passaggio cavi
 - morsettiere
 - guide DIN
 - ventilatore e termostato
 - griglia di areazione
 - piastra di fissaggio al plinto/basamento
 - oneri di cablaggio di tutte le apparecchiature

Questi armadi conterranno principalmente:

- quadro elettrico, con relative protezioni elettriche;
- pannello di permutazione per cavi UTP, cat. 6, su guida DIN;
- pannelli di permutazione per cavi ottici monomodali, su guida DIN;
- switch di nodo secondario SWS;
- alimentatori degli apparati attivi 230Vac/24Vdc;
- spazio dedicato altro apparati.

Le caratteristiche dimensioni ed il lay-out delle apparecchiature, nei diversi armadi, sono riportate negli elaborati grafici a corredo del progetto.

Box per terminazione di cavi ottici su guida DIN

Box ottici con posa a parete per la terminazione dei cavi in fibra ottici, caratterizzati da:

- terminazione di 12 fibre ottiche monomodali ovvero multimodali su connettori SC
- telaio in materiale plastico
- adatto all'installazione su guida DIN
- entrate per il passaggio cavi dal basso
- vaschette porta giunti e relativo supporto metallico
- grado di protezione IP55

La connessione delle diverse fibre ottiche, dei cavi ottici, avverrà con tecnica “a fusione”. Ogni giunzione a fusione verrà realizzata all'interno di una “cartella” ottica dedicata.

Muffola cavo ottico (giunto)

La muffola per giunzione/derivazione per cavi in fibra ottica monomodali, mediante cassette portagiunzioni, a chiusura ermetica, avrà le seguenti caratteristiche costruttive:

- corpo e coperchio in materiale termoplastico
- entrata cavi in materiale termoplastico
- cassette portagiunzione, in materiale termoplastico, organizzati a libro
- sistema di ingresso e ammaraggio cavi completamente meccanico
- parti metalliche in acciaio inossidabile
- numero di fibre da giuntare e derivare come indicato negli elaborati di progetto
- grado di protezione: IP68
- adatta alla posa a vista, direttamente interrata o in pozzetti
- Le attività di realizzazione della muffola comprendono:
- utilizzo di adeguata attrezzatura di crimpatura, sguainacavo, sguainafibra, etc.
- utilizzo di taglierina diamantata, microscopio, lappatore automatico/manuale, fornello, sostegni, etc.
- materiale di consumo specifico per eseguire la giunzione quale carta da lappatura di varia dimensione, resine di fissaggio, sistemi per la pulizia, etc.
- oneri di giunzione delle fibre ottiche monomodali e/o multimodali (passanti e/o derivate) secondo indicazioni degli elaborati di progetto

Esecuzione muffole di giunzione

Le muffole previste in questo impianto sono principalmente di due tipi:

- Muffole di derivazione/estrazione
- Muffole di linea

Muffole di derivazione/estrazione

In questo tipo di muffole confluiranno il cavo principale ed il cavo derivato. Saranno giuntate le sole fibre necessarie alla derivazione, mentre nel cavo di dorsale le fibre ottiche non interessate alla derivazione transiteranno senza eseguire giunzioni.

Muffole di linea

In questo tipo di muffole confluiranno due cavi principali a fibre ottiche e tutte le fibre ottiche dei cavi saranno giuntate tra loro.

In particolare, per ogni tipo di muffola, le operazioni da prevedere sono:

- La disposizione delle scorte all'interno del pozzetto tenendo presente il posizionamento sulla parete lunga del pozzetto della muffola di giunzione:
- Il fissaggio delle staffe per l'ancoraggio della muffola;
- La preparazione delle teste dei cavi, con l'attestazione delle guaine metalliche alla presa di sezionamento
- La preparazione delle fibre ottiche e la loro giunzione a fusione
- La sistemazione delle scorte delle fibre ottiche nei moduli di giunzione (prevedere una scorta minima di 1 metro)
- La numerazione dei moduli di giunzione
- La chiusura della muffola, la sua sistemazione nel pozzetto avendo l'accortezza di sistemare le scorte di cavo in modo ordinato, senza lasciare tensioni sui cavi stessi,
- La verifica della tenuta pneumatica della muffola ad una sovrappressione di 400hPa

Pannelli di permutazione per cavi in rame

Tutti i cavi, facenti parte del cablaggio orizzontale, andranno sempre terminati, lato armadio passivo, su sistemi di permutazione di Categoria 6.

Il pannello di permutazione orizzontale (patch panel) dovrà essere utilizzato all'interno degli armadi per l'attestazione di cavi UTP o S/FTP e la relativa permutazione tramite bretelle (patch cord) verso apparati e/o altre tratte di cavo. Il permutatore avrà una struttura in lamiera metallica verniciata di spessore 10/10 mm, parte frontale provvista di supporto per rack 19", altezza 1U o più con 24/48 prese RJ45 di Categoria 6 conformi alla normativa di riferimento EIA/TIA 568.

Le prese RJ45 dovranno avere la possibilità di ospitare icone colorate asportabili per l'identificazione esterna del servizio dati/fonia ad esse collegato. In alternativa alle icone potranno essere utilizzati sportellini colorati antipolvere, anch'essi asportabili e con l'identificativo del servizio dati/fonia connesso alla presa.

Le prese RJ45 dovranno essere provviste di sistema di connessione delle coppie in tecnica IDC (Insulation Displacement Contact), con etichettatura anteriore e posteriore (opzionale) per l'identificazione della postazione di lavoro connesse.

Posteriormente i pannelli dovranno avere una barra di fissaggio per i cavi collegati, che garantisca il corretto supporto e il rispetto dei raggi di curvatura richiesti dagli standard.

Nei sistemi di permutazione con connettori RJ45, dovranno essere fornite bretelle di permutazione, realizzate dal fornitore del cablaggio, con cavi UTP o STP o FTP Cat. 6, dotate di Plug RJ45 in entrambe le terminazioni. La bretella dovrà essere costituita da un cavo a 4 cp UTP o o STP o FTP con impedenza caratteristica 100, rispondente alla Categoria 6.

Le bretelle RJ45-RJ45 dovranno essere dotate inoltre alle due estremità di connettori RJ45 Cat. 6 per la completa connettorizzazione delle 4cp ed eventuali schemi. I connettori RJ45 dovranno essere dotati di cappucci plastici possibilmente colorati che permettano "iconabilità" della bretella e la separazione tra le coppie fino al punto di attestazione sul plug RJ45.

Passacavi orizzontali

Il pannello guida permutate sarà realizzato in lamiera metallica verniciata, adatto per essere installato su struttura rack 19", altezza 1U completo di occhielli, e verrà installato parallelamente al permutatore per il corretto incanalamento delle bretelle di raccordo.

Cablaggio di distribuzione orizzontale in rame

La distribuzione orizzontale identifica quella parte di cablaggio, in cavo in rame UTP o STP o FTP (in rapporto alle indicazioni progettuali) con 4 coppie bilanciate non schermate, di Categoria 6 in conformità allo standard EIA/TIA 568, che collega i permutatori locali ai punti di utenza (di seguito PU) su connettori modulari tipo RJ45.

Nell'installazione dei cavi del cablaggio orizzontale, risulta necessario rispettare le seguenti norme d'installazione:

- Lunghezza massima della connessione (channel), tra posto di lavoro e apparato attivo di rete, e/o altro servizio 100 m totali, di cui 90 m lunghezza massima ammessa tra l'armadio di distribuzione ed il posto lavoro e 10 m lunghezza massima delle bretelle di permutazione
- Tensione massima di tiro ammessa per i cavi di distribuzione orizzontale è di 12 Kg
- Il raggio minimo di curvatura per il cavo UTP o STP o FTP a 4 coppie è di 50 mm
- La "sguainatura" del cavo UTP o STP o FTP a 4 coppie, in corrispondenza della parte terminale deve essere il minimo possibile e comunque non superare i 25 mm
- La "sbinatura" delle coppie del cavo UTP o STP o FTP in corrispondenza della terminazione non deve essere superiore a 13 mm, in modo da garantire il mantenimento delle caratteristiche di Categoria 6

Requisiti di cablaggio, muffole e cassette di giunzione Fibre

Tutte le muffole e le cassette di giunzione dovranno essere conformi alle seguenti norme e prescrizioni:

- avere una progettazione robusta in grado di resistere all'ambiente nel quale sono installate (ovvero simile a un ambiente industriale);
- essere verificate in accordo alle norme IEC 61300 e IEC 60068, considerandone lo scopo per il quale le stesse verranno utilizzate per quanto riguarda: temperatura, umidità, versamento di carburante, olio, sale e sostanze simili che possono essere comuni in questo tipo di ambiente. La progettazione potrà garantire il prodotto o una sottostruttura proteggerà il prodotto dall'ambiente.
- essere grado di gestire tutte le fibre sezionate/terminate e le fibre non ininterrotte;
- essere di costituzione ignifuga in accordo alle prescrizioni della IEC60332-1 e 3.

Requisiti di cablaggio, Terminali e Connettori per fibra ottica

Tutti i terminali per le fibre ottiche dovranno essere conformi alle seguenti norme e prescrizioni

- essere di concezione robusta adatta per uso in ambienti industriali ed esposti.
- dovranno avere classe di protezione IP 67.
- avere le possibilità di montare un coperchio di protezione. Il coperchio dovrà essere attaccato al punto di uscita con un filo in modo che non possa essere rimosso senza attrezzi.
- essere dotate di connettore duplex SC che avrà una struttura aggiuntiva in modo che l'accoppiamento dei connettori mantenga la classe di protezione IP 67.
- avere capacità di giunzione integrata (preconnettizzato con pig-tail) in modo che il montaggio dei connettori possa essere eseguito con giunto a fusione dei connettori prefabbricati delle semi-bretelle.

I terminali saranno montati in una scatola avente alta resistenza meccanica adatta all'ambiente nel quale sono installate. Le scatole dovranno consentire il posizionamento di più terminali nella stessa scatola. Le stesse scatole dovranno altresì contenere gli eventuali convertitori fibra-rame e gli eventuali sistemi di alimentazione elettrica per le apparecchiature periferiche / convertitore di potenza.

Punto di utenza per cavi in rame

Il punto di utenza, deve essere realizzato in scatola conforme alla normativa per mezzo di prese RJ45 di essere di modulare e provviste di icone colorate asportabili per l'identificazione esterna del servizio dati/fonia ad esse collegato. L'identificazione del link dovrà essere riportata anche sui due estremi del cavo, sul patch panel all'interno dell'armadio e riportata sul libro delle permutazioni (cartaceo e informatico).

L'attestazione delle coppie su ciascuna presa o connettore dovrà rispettare lo standard EIA/TIA secondo la sequenza riportata di seguito:

Coppia	Colore cavo	PIN
1	Bianco/Blu	5
1	Blu	4
2	Bianco/Arancio	1
2	Arancio	2
3	Bianco/Verde	3
3	Verde	6
4	Bianco/Marrone	7
4	Marrone	8

Su tutti i PU sarà previsto l'uso di prese RJ45, come sistema di terminazione dei cavi UTP lato utente; tali prese dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- presa non schermata (UTP) RJ45 a 8 fili
- conformità alla Categoria almeno 5e secondo specifiche di componente EIA/TIA
- sistema di connessione a perforazione d'isolante (T568A/T568B)
- installabili su appositi supporti su frutti di tipo modulare
- possibilità di essere estratte dal fronte della placca senza smontare la medesima, al fine di facilitarne l'installazione e l'eventuale futura manutenzione

Il collegamento tra i connettori posti sulla placca e il terminale d'utente, dovrà essere costituito da una bretella di raccordo (Patch Cord RJ45-RJ45) di lunghezza massima di 10 metri. La bretella dovrà essere costituita da un cavo a 4 cp UTP con impedenza caratteristica 100, in rame e rispondente alla Categoria almeno 6. Alle due estremità dovrà essere dotata di connettori RJ45 Cat. almeno 6 per la completa connettorizzazione delle 4 cp. Il cavo plug dovrebbe essere possibilmente "iconabile" al fine di identificare il servizio ad esso collegato.

4.19.2.2.1. Prova di collaudo e test in campo dei vari PU

Tutti i PU dovranno essere soggetti a test e prove finali di collaudo, in campo.

L'Appaltatore, al termine delle diverse prove dovrà produrre i rapporti di misura e certificazioni di ogni singolo PU.

4.19.3. Impianto Controllo Accessi

L'impianto controllo accessi sarà costituito da un insieme di apparecchiature da installare all'interno ed all'esterno del locale cabina. I componenti principali del sistema dovranno essere i seguenti.

4.19.3.1 Terminale con lettore badge di prossimità

Terminale da installarsi all'esterno del locale cabina nei pressi della porta di ingresso.

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- contenitore in ABS
- unità con microprocessore 32 bit
- lettore passivo a 125 kHz oppure a 13.56 MHz in grado di leggere le più diffuse tipologie di tag RFID

- n.2 ingressi digitali per contatti liberi da tensione (o in modalità bilanciata)
- n.1 uscita digitale a relé 400mA, 48 Vca /Vcc
- segnalazione acustica modulabile di corretta lettura badge
- dispositivo antimanomissione integrato
- leds di segnalazione linea, errore, transito consentito, transito negato
- attacco seriale RS485
- alimentazione elettrica 9 -18Vcc
- assorbimento medio 70mA - 15Vcc
- dimensioni: 116x74x35 mm
- temperatura di esercizio da -20°C a +70°C
- grado di protezione IP65

4.19.3.2 **Unità di gestione e controllo impianto controllo accessi (fino a n.8 varchi)**

Unità di gestione terminali per controllo accessi con le seguenti acatteristiche costruttive e funzionali:

- unità con microprocessore 32 bit
- tastiera e display interno per funzioni di diagnostica e manutenzione
- orologio / datario al quarzo autoalimentato
- memoria FLASH 64 MB
- memoria RAM 64 MB
- ingressi: 8 bilanciati
- uscite: 2 a relè e 2 optorelè
- attacco Ethernet 10/100 Mb
- connessione di 2 terminali in collegamento seriale RS485
- alimentazione elettrica: 230 Vca, 50Hz +/-10%
- alimentazione in tampone con batteria ricaricabile (autonomia in funzione dei lettori connessi)
- sistema Operativo Windows CE
- gestione PIN e causali di timbratura
- temperatura di esercizio da -20°C a +50°C
- dimensioni : 195x70x240 mm

4.19.3.3 **Fincorsa per controllo stato porta**

Fincorsa per controllo dello stato della porta di accesso al locale.

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- custodia in alluminio
- testina a stantuffo in acciaio inox o a leva con rotella in acciaio inox o asta in acciaio inox a seconda della modalità di installazione
- n.1 contatto ausiliario NA
- n.1 contatto ausiliario NC

- grado di protezione IP66
- larghezza 60 mm
- posizione di montaggio qualsiasi
- tensione di isolamento 500 V
- tensione nominale di resistenza agli impulsi 6 kV
- contatti elettricamente separati
- immune alle interferenze elettromagnetiche
- temperatura di funzionamento da -25 a +70 °C

4.19.4. Impianto di supervisione

L'impianto di supervisione sarà così configurato:

- Basi remote I/O
- Quadro PLC di stazione per il controllo degli impianti tecnologici
- Programma di supervisione sviluppato con pacchetto SCADA ovvero secondo specifiche ADF
- Connessioni (potenza e segnali)

Il sistema deve essere in grado di comunicare con il Centro Operativo ADF, tramite l'esistente FEP (Front End Processor), opportunamente implementato.

Resta inteso che tutti gli impianti presenti per l'opera in oggetto dovranno essere autonomamente gestibili anche nel caso di malfunzionamento o avaria delle postazioni di supervisione (PC). A tale fine, tutti i dati dei sensori installati in campo dovranno essere comunicati esclusivamente ai PLC.

Si riportano nel seguito le caratteristiche tecniche dei componenti costitutivi l'impianto di supervisione, previsto a servizio della tratta di progetto, rimandando agli elaborati di progetto e all'Elenco Descrittivo delle Voci per i dettagli.

4.19.4.1 Base remota I/O

Le unità I/O saranno contenute all'interno dei relativi quadri elettrici e saranno dotate dalle seguenti caratteristiche principali:

- funzionamento a temperature come minimo comprese fra +0°C e + 60°C;
- funzionamento con umidità relativa (senza condensa): 5 ... 95 %;
- struttura modulare, componibile su guida metallica, suddivisa su più unità: alimentazione, comunicazione, eventuale CPU, segnali digitali (I/O) e segnali analogici (I/O);

Ogni base remota sarà completa di:

- scheda di comunicazione con uscita Ethernet (Modbus TCP/IP);
- alimentatore 24 Vdc;
- eventuale modulo CPU;
- moduli I/O (digitali) a bordo in numero variabile a seconda dell'applicazione, con riserva pari al 20%;
- morsettiere d'ingresso optoisolate e di uscita a relè;
- componenti di tipo elettrico quali interruttore automatico generale, scaricatore contro le sovratensioni, alimentatore AC/DC conforme alla CEI EN 60950-1 e caratterizzato da una corrente di dispersione verso terra inferiore a 3,5mA.

Caratteristiche generali moduli I/O:

- Protezione: rif. EN61131-2, IP20, classe 1
- Standard: rif. EN61131-2, UL 508, CSA 1010-1, FM Classe 1 div 2, CE, ATEX e Maritime
- Tensione di isolamento: rif. EN61131-2 (1500 VCC da campo a bus per 24 VCC, 2500 VCC da campo a bus per 115/ 230 VCA)
- Classe di sovratensione: rif. EN61131-2 categoria II
 - Variazione tensione di alimentazione, interruzione, spegnimento ed avvio: IEC 61000-4-11, rif. 61131-2
- Shock: rif. IEC88, part 2-27, UL 508, CSA 1010-1, FM Classe 1 div 2, CE, ATEX e Maritime
- Altitudine operativa: 2000 m
- Sensibilità elettromagnetica:
 - Scarica Elettrostatica: rif. EN61000-4-2
 - Irradiata: rif. EN61000-4-3
 - Transitori veloci: rif. EN61000-4-4
 - Tensione di picco (transitori): rif. EN61000-4-5
 - RF Condotta: rif. EN61000-4-6

Caratteristiche interfacce di comunicazione:

- Fipio
- Profibus DP
- CANopen
- DeviceNet
- Ethernet Tcp/Ip Modbus
- Interbus
- Modbus Plus

Caratteristiche moduli di distribuzione dell'alimentazione:

- 120/230 VCA distribuzione dell'alimentazione standard
- 120/230 VCA distribuzione dell'alimentazione di base
- 24 VCC distribuzione dell'alimentazione standard
- 24 VCC distribuzione dell'alimentazione di base

Caratteristiche ingressi digitali:

- 24 VCC, 2pt sink, 4 cavi standard
- 24 VCC, 2pt sink, 3 cavi standard
- 24 VCC, 4pt sink, 3 cavi di base
- 24 VCC, 6pt sink, 2 cavi standard

- 24 VCC, 6pt sink, 2 cavi di base
- 24 VCC, 16pt sink, 2 cavi di base
- 115 VCA, 2pt, 3 cavi standard
- 250 VCA, 2pt, 3 cavi, standard

Caratteristiche uscite digitali:

- 24 VCC, 2pt sorgente, 0,5 A
- 24 VCC, 2pt sorgente, 0,5 A standard
- 24 VCC, 4pt sorgente, 0,5 A standard
- 24 VCC, 4pt sorgente, 0,25 A di base
- 24 VCC, 6pt sorgente, 0,5 A standard
- 24 VCC, 6pt sorgente, 0,25 A di base
- 24 VCC, 16pt sorgente, 0,5 A di base
- Relè, 2pt, 2,0 A standard / 7,0 A standard
- 115 VCA isolati, standard
- 115/230 VCA, 2pt sorgente, 2,0 A standard

Caratteristiche ingressi analogici:

- 4 ch, 4-20 mA, 16 bit standard
- 2 ch, 0-20 mA, 12 bit standard
- 2 ch, 4-20 mA, 10 bit di base
- 8 ch, 4-20 mA, 16 bit standard a terminazione singola
- 4 ch, 4-20 mA, 16 bit Standard
- RTD/Tc/mV, 2 ch, 15 bit segno+ standard
- 4 ch ampia gamma, 16 bit standard
- 2 ch, -/+ 10V, 11 bit segno + standard
- 2 ch, -/+ 10V, 9 bit segno + di base
- 2 ch, 0 -10V, 10 bit di base
- 8 ch, ampia gamma, 16 bit standard a terminazione singola

Caratteristiche uscite analogiche:

- 1 ch, 4-20 mA, 16 bit standard
- 2 ch, 4-20 mA, 16 bit standard
- 2 ch, 0-20 mA, 12 bit standard
- 2 ch, 4-20 mA, 10 bit di base
- 2 ch, ampia gamma, 16 bit standard
- 2 ch, -/+ 10V, 11 bit segno + standard

- 2 ch, 0 +/-10V, 10 bit di base
- 2 ch, +/- 10V, 9 bit segno + di base

4.19.4.2 **Quadro PLC**

Il PLC risulterà composto dalla seguente struttura modulare componibile:

- n.1 modulo CPU con porta ethernet
- n.1 base per alloggiamento schede PLC
- n.1 modulo alimentazione

Avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche costruttive e funzionali:

Generali

- tempi di ciclo nell'ordine di qualche decina di millisecondi
- elevata affidabilità con MTBF almeno pari a 50.000 ore.
- elevata resistenza meccanica, dovuta all'assenza di parti in movimento
- elevata immunità ai disturbi elettromagnetici
- funzionamento a temperature comprese fra +25°C e + 70°C
- funzionamento con umidità relativa (senza condensa) da 5 a 95 %
- altitudine da 0 a 2000 m
- tenuta alle vibrazioni: IEC 68-2-6 Prove FC
- tenuta agli choc meccanici: IEC 68-2-27 Prove EA

Modulo CPU

- architettura hardware: sistema multiprocessore con coprocessore matematico per calcoli in virgola mobile e processore integrato per la gestione di loops complessi di regolazione.
- sistema operativo: multitask con gestione di 64 task a interrupt associate direttamente a moduli di ingressi digitali o speciali
- modalità esecuzione programmi: esecuzione del programma nella task principale in modalità ciclica o periodica (con tempo ciclo impostabile dall'utente).
- orodattario
- porte di comunicazione integrate: n.1 porta USB per programmazione e HMI, n. 1 porta seriale integrata RS485 (con integrati i protocolli Client/Server e catena di caratteri ASCII) e n. 1 porta di comunicazione a standard Ethernet 10baseT / 100baseTX con protocollo Modbus TCP/IP Client /Server
- capacità di elaborazione: 7 Kinst/ms
- memoria: RAM interna 4096 kB, programma 3584 kB, esterna 128 MB (espandibilità della memoria interna attraverso moduli di memoria in formato PCMCIA, possibilità di strutturare liberamente la memoria interna (RAM) in zona dati e zona programma e possibilità di salvaguardare la memoria dati e rappresentazione simbolica su modulo esterno formato PCMCIA).

Il PLC sarà marcato CE e conforme alle seguenti norme specifiche di prodotto:

- CEI EN 61131 – 2 (IEC 1131 – 2);
- CSA 22 – 2 ;
- UL 508;

- UL 746C;
- UL 94.

4.19.4.3 Gateway Modbus RTU seriale / TCP-IP

I Gateway Modbus RTU seriale / TCP-IP saranno utilizzati per realizzare un'interfaccia Ethernet con protocollo Modbus TCP/IP, verso il sistema di supervisione, ai vari sottosistemi in campo comunicanti su rete seriale Modbus RTU.

Caratteristiche principali:

- funzionamento a temperature come minimo comprese fra -25°C e + 70°C;
- funzionamento con umidità relativa (senza condensa): 5 ... 95 %;
- interfaccia ethernet 10/100BaseTx (802.3af);
- interfaccia seriale RS485 (fino a 38.400 - Baud rate), fino a 32 devices;
- interfaccia seriale RS232 per configurazione;
- alimentatore 230/24 Vdc.

4.19.4.4 Panel PC Touch screen 15"

Il dispositivo Panel PC - touch screen 15" avrà le seguenti caratteristiche principali:

- CPU Intel® - Atom® D2550 (2 × 1.86 GHz);
- memoria di sistema 4 GB DDR3;
- Hard disk 320 GB, 2.5" S-ATA;
- scheda grafica integrata;
- collegamento ethernet allo switch di nodo LAN;
- alimentazione 240 Vac;
- monitor touch screen resistivo, LCD a colori, 15" (38,1 cm), risoluzione 1024 × 768 pixels;
- struttura di contenimento realizzata in alluminio, adatta alla posa sul fronte del quadro elettrico;
- grado di protezione IP65 (sul fronte);
- raffreddamento fanless;
- completo di software di gestione (Windows® 10) e di software operativo (Client SCADA);
- completo di sviluppo dell'applicazione Client, per la visualizzazione/controllo dei sistemi, secondo le indicazioni progettuali.

4.19.4.5 Panel PC Touch screen 19"

Il dispositivo Panel PC - touch screen 16" avrà le seguenti caratteristiche principali:

- CPU Intel® - Core™ i5-3230M (2 × 2,6 GHz);
- memoria di sistema 4 GB DDR3;
- Hard disk 500 GB, 2.5" S-ATA;
- scheda grafica integrata;
- collegamento ethernet allo switch di nodo LAN;
- alimentazione 240 Vac;
- monitor touch screen resistivo, LCD a colori, 19" (48,3 cm), risoluzione 1280 × 1024 pixels;
- struttura di contenimento per posa a vista realizzata in acciaio;
- grado di protezione IP65;

- raffreddamento fanless;
- completo di software di gestione (Windows® 10) e di software operativo (Client SCADA),
- completo di sviluppo dell'applicazione Client, per la visualizzazione/controllo dei sistemi, secondo le indicazioni progettuali.

4.19.4.6 Ingegneria, sviluppo specifiche, software applicativi

Attività di ingegneria, verifica, coordinamento, assistenza e consulenza sino al completo avviamento del sistema di supervisione a servizio dell'opera, comprendente in particolare:

- verifica dei corretti collegamenti, filo per filo, degli I/O da campo e/o da altre apparecchiature (digitali ed analogici)
- verifica degli impianti elettrici in campo
- verifica funzionalità e taratura di componenti elettronici/elettromeccanici correlati alla fornitura
- test e misurazione di tutti i valori analogici da acquisire
- verifica delle linee seriali
- la verifica, a campione, degli stati e delle misure provenienti dal campo
- la verifica dei segnali da campo e dei comandi sugli attuatori
- prove delle sequenze di funzionamento in manuale ed automatico
- verifica di corretto interscambio dati con il sistema di supervisione locale e con il centro di controllo remoto
- sviluppo dettagliato delle specifiche tecniche funzionali, sviluppate sulla base delle specifiche richieste dal committente o sulla base di quanto già in essere presso AdF Tronco A10, comprendente:
 - schemi elettrici dei quadri di logica con lista componenti (q.tà, sigla e codice commerciale)
 - realizzazione della lista I/O
 - documentazione realizzata in automatico dai sistemi di sviluppo: tabelle dati, listati commentati del software PLC, tabelle di configurazione software PC
 - manualistica e formazione
 - definizione degli indirizzi
 - definizione degli interblocchi per i comandi
 - specifica allarmi funzionali e allarmi del Sistema di Automazione
 - definizione di dettaglio delle aree di scambio informazioni con la Supervisione o con altri sistemi terzi
 - mappatura delle informazioni scambiate con la Supervisione
 - definizione delle modalità di trasferimento delle informazioni da/verso Supervisione
 - definizione delle attività svolte dalle singole unità di controllo
 - configurazione delle basi dati delle singole unità di controllo
 - definizione delle modalità di trasferimento delle informazioni tra le varie entità di controllo
 - analisi del traffico di comunicazione e calcolo dei tempi di risposta del sistema
 - numero, tipologia e contenuti di ciascuna pagina video del Supervisore
- sviluppo del software client
- caricamento dei software applicativi PLC/Basi Remote/PC/PC panel
- collaudo FAT e SAT dell'impianto di supervisione
- formazione del personale addetto alla conduzione

- realizzazione della seguente documentazione:
 - schemi elettrici dei quadri di logica con lista componenti (q.tà, sigla e codice commerciale)
 - lista I/O PLC
 - configurazione PLC
 - documentazione realizzata in automatico dai sistemi di sviluppo: tabelle dati, listati commentati del software PLC, tabelle di configurazione software PC
 - manualistica e formazione
 - manuale di uso

4.19.4.7 Comunicazione verso l'esterno

La comunicazione verso l'esterno avverrà tramite connessione alla rete LAN di AdF Tronco A10.

4.19.4.8 Coordinamento della realizzazione dell'impianto di supervisione

Fanno parte integrante delle lavorazioni inerenti l'impianto di supervisione anche le attività di coordinamento, assistenza e consulenza in cantiere sino al completo avviamento del sistema.

Tali attività comprendono l'"allineamento" dei segnali in campo attestati alle morsettiere dei quadri PLC di automazione e l'allineamento delle comunicazioni con i sistemi terzi interfacciati col sistema di supervisione.

4.19.4.9 Programma client di supervisione della postazione di supervisione (SCADA)

Il programma permetterà la visione generale del sistema controllato, rappresentata attraverso più pagine grafiche.

Si distingueranno le pagine grafiche principali, le pagine dedicate di impianto, le pagine di dettaglio e le pagine relative alle "funzioni ausiliarie", tipicamente trend ("real time" e storico), reset.

Di seguito si riporta solo un esempio delle pagine più significative:

- "Home page" generale di svincolo/casello;
- pagina dedicata al sistema supervisionato di edificio (pagina per ogni edificio/zona di svincolo/casello);
- pagina dedicata al dettaglio di ogni elemento supervisionato: ad es. quadro elettrico, gruppo elettrogeno, UPS (pagina per ogni elemento);
- pagina dedicata al controllo dell'impianto di illuminazione;
- pagina/e dedicata all'impianto PMV;
- pagina/e dedicata all'impianto TVCC;
- pagina/e dedicate all'impianto di climatizzazione;
- pagina/e dedicate ai singoli apparati dell'impianto di climatizzazione;
- pagina hardware e reti per evidenziare lo stato delle apparecchiature quali PLC, CPU, unità I/O, Switch, ecc. (normale, degradato, anomalia, ecc.);
- pagina/e allarmi con evidenza dello stato (attivo, non attivo, acquisito dall'operatore, ecc.) e della gravità di ciascuna segnalazione;
- pagina/e trend relativa alle grandezze fisiche monitorate;
- pagina/e parametri di sistema per una loro visualizzazione ed eventuale modifica;
- pagine di interfaccia per la richiesta dei verbali dei dati in archivio.

Da ogni pagina di impianto si potranno aprire nuove pagine di dettaglio relative allo stato, alla forzatura, ecc dei vari dispositivi costitutivi l'impianto stesso ed alle pagine "funzioni ausiliarie" degli eventuali trend ("real time" e storico) di grandezze fisiche ad essi collegati.

4.19.4.10 Implementazione del FEP

E' prevista l'implementazione del software esistente presso il Centro di Controllo AdF Tronco A10, con funzione di Front End Processor, con le seguenti funzioni, relative all'opera in oggetto:

- archiviazione dei dati su un DB server;
- invio tramite e-mail delle segnalazioni di allarme ad un elenco configurabile di utenti;
- implementazione della pagina riepilogativa generale (descrizione, stato, collegamento alla pagina web del sistema supervisionato di barriera);
- implementazione delle pagine grafiche relative ai diversi impianti tecnologici controllati.

Il FEP andrà ad interrogare periodicamente il PLC generale, archiviandone i dati letti su una base dati dedicata, residente su un DB server (es. Microsoft-SQL, MySQL, Oracle, etc.) presente nel Centro Operativo di Controllo.

Nel FEP saranno altresì implementate, per l'opera in oggetto, le funzionalità di interazioni con sistemi di terze parti per presentare gli allarmi e consentire un livello gestionale non demandabile al sistema locale.

4.19.4.11 Specifiche, documentazione ed addestramento del personale impianto di supervisione

Fanno parte integrante delle lavorazioni inerenti l'impianto di supervisione anche lo sviluppo dettagliato delle specifiche tecniche funzionali e dimensionamento del sistema di controllo, con conseguente produzione della relativa documentazione in lingua Italiana, comprendente:

- Realizzazione della lista I/O (fino ad un massimo di 3 revisioni) completa delle modalità di scambio delle informazioni
- Realizzazione delle specifiche funzionali di dettaglio "causa/effetto"
- Realizzazione delle specifiche di test e collaudo
- Verifica e definizione della configurazione dei PLC e dei Personal Computer
- Verifica e definizione della configurazione delle reti di comunicazione
- Definizione della mappa degli ingressi e delle uscite per l'ottimizzazione della progettazione elettrica software
- Definizione delle mappe di memoria per lo scambio dei dati tra unità di controllo facenti parte del sistema
- Listati commentati del software PLC (file sorgente)
- Copia della documentazione tecnica così come fornita dai produttori dei materiali hardware e software compresi in fornitura
- Manuali d'uso

Inoltre dovrà essere fornito un corso di addestramento del personale (durata massima 2 giorni lavorativi consecutivi), presso il Cantiere, all'utilizzo del programma di supervisione.

4.20. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

4.20.1. Moduli fotovoltaici in silicio cristallino

I moduli fotovoltaici dovranno essere costituiti da un insieme di celle fotovoltaiche così composto:

- Celle in silicio monocristallino ovvero policristallino (o altra tipologia richiesta a progetto)
- Strati protettivi delle celle, da porre anteriormente e posteriormente alle stesse, al fine di garantirne l'adeguata protezione meccanica e il necessario isolamento elettrico, salvaguardando nel contempo la necessaria trasparenza alla radiazione solare
- Strato protettivo di chiusura, generalmente composto da lastra di vetro temperato di spessore adeguato
- Cornice strutturale di contenimento del pacchetto così formato, generalmente in alluminio o altro materiale dotato di adeguata resistenza meccanica e agli agenti atmosferici; la cornice deve risultare inoltre adeguata al fissaggio dei moduli sulla relativa struttura di supporto

- Cassetta di giunzione, contenente i diodi di bypass (almeno 1 ogni 20 celle circa), posizionata generalmente sul retro del modulo e di dimensioni tali da risultare contenuta nella profondità della cornice strutturale
- Cavi di connessione attestati alla cassetta e dotati di idonei connettori per il collegamento rapido ai moduli adiacenti
- Salvo diversa prescrizione di progetto, i moduli dovranno presentare classe II di isolamento.

I moduli, e le relative caratteristiche salienti, dovranno essere certificati secondo le applicabili norme di prodotto (ad es. CEI EN 61215) ed essere corredati di garanzia di prodotto contro i difetti di fabbricazione per almeno 10 anni; inoltre, dovrà essere fornita adeguata garanzia del costruttore sulla prestazione resa in termini di potenza di picco (tipicamente la potenza resa non dovrà essere inferiore al 90% della potenza nominale per 12 anni e all'80% per 25 anni).

Il Costruttore dovrà aderire ad un sistema o consorzio europeo che garantisca il riciclo dei moduli fotovoltaici al termine della loro vita utile, nonché possedere le certificazioni ISO 9001:2008 (Sistema di gestione della qualità), ISO 14000 (Sistema di gestione ambientale) e Certificato di ispezione di fabbrica rilasciato da un organismo di certificazione accreditato, secondo normativa vigente, a verifica del rispetto della qualità del processo produttivo e dei materiali utilizzati.

Le prestazioni del modulo dovranno essere rispondenti alle prescrizioni di progetto

4.20.2. Apparati di conversione (inverter)

Il complesso di conversione dovrà essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili, con particolare riferimento alle prescrizioni normative che riguardano l'interfacciamento alla rete pubblica di distribuzione dell'energia.

I valori della tensione e della corrente di ingresso dei gruppi di conversione devono essere compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Salvo diverse prescrizioni di progetto, le caratteristiche principali dei gruppi di conversione saranno:

- Commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20
- Funzione MPPT (inseguimento della massima potenza), eventualmente multipla per inseguire separatamente più ingressi/stringhe
- Ingresso lato c.c. da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV
- Separazione galvanica tramite trasformatore di bassa frequenza, ovvero altro sistema idoneo a garantire l'assenza di componenti continue iniettate nella corrente di guasto a terra lato c.a.; in alternativa dovranno essere installate idonee protezioni sensibili anche alle componenti continue o, comunque, ottemperare alla specifica normativa in materia
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF, in conformità alle norme CEI del CT 110
- Protezioni per la sconnessione dalla rete in caso di valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 11-20 ed, eventualmente, a quelle specifiche del distributore di energia
- Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciata dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto

- Certificato di ispezione di fabbrica rilasciato da un organismo di certificazione accreditato, secondo normativa vigente, a verifica del rispetto della qualità del processo produttivo e dei materiali utilizzati

Gli inverter dovranno essere dotati di un sistema di monitoraggio locale e di una interfaccia (ad es. seriale, tipo RS232/485) per il collegamento al sistema di controllo e supervisione dell'impianto, in modo da assicurare il monitoraggio completo del funzionamento e delle prestazioni dell'impianto fotovoltaico (ovvero altra interfaccia prevista a progetto).

In linea generale, ciascun gruppo di conversione dovrà fornire almeno le seguenti segnalazioni:

- Perdita di isolamento verso terra lato corrente continua
- Funzionamento in parallelo alla rete
- Guasto interno al dispositivo.

4.20.3. Quadro di interfaccia

Qualora il progetto lo preveda, la linea o le linee in uscita dal complesso di conversione (formato da uno o più inverter) saranno condotte ad un quadro di interfaccia che permetterà la connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete di distribuzione, eventualmente attraverso l'impianto di utente.

Nel quadro di interfaccia sarà generalmente collocato anche il dispositivo di interfaccia (DDI), completo di sistema di protezione di interfaccia (SPI), secondo le prescrizioni vigenti per la connessione alla rete pubblica di distribuzione.

Ove previsto dal progetto, e ammesso dalla normativa in materia, le funzioni del quadro di interfaccia possono risultare integrate all'interno del complesso di conversione di cui al punto precedente.

Dovranno inoltre essere previsti tutti gli ulteriori dispositivi eventualmente richiesti per la corretta interfaccia alla rete (ad es. Dispositivi di Generatore – DDG, Dispositivi di Rincalzo rispetto al DDI, Dispositivi per la richiusura automatica del DDI, ecc.).

4.20.4. Sistema di controllo impianto

Qualora previsto dal progetto, l'impianto sarà dotato di un sistema di controllo e monitoraggio tale da permettere, anche per mezzo di un datalogger con display LCD e software dedicato, l'interrogazione in ogni istante dell'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Il sistema sarà dotato di ingressi ed uscite digitali per il controllo di stati-allarmi e l'eventuale attuazione di comandi, ingressi analogici per l'acquisizione di temperature, valori di irraggiamento, ecc..

Il sistema avrà capacità di memoria tale da conservare i parametri rilevati di almeno un anno di funzionamento, con possibilità di consultare i dati storici delle grandezze elettriche e degli allarmi.

La comunicazione tra il sistema di controllo e gli inverter avverrà tramite linea seriale tipo RS 485, o altro idoneo supporto/protocollo.

Il sistema di controllo potrà essere interfacciato ad una rete dati LAN/WAN Ethernet per la consultazione anche da parte di un PC collegato alla rete dati stessa, ovvero da remoto via Internet.

4.20.5. Strutture di sostegno

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, con particolare riferimento alle strutture specifiche ad essi dedicate, da utilizzare prevalentemente in applicazioni successive tipo "retrofit", dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Costruzione in materiale resistente agli agenti atmosferici ovvero ad eventuali agenti aggressivi / inquinanti prevedibili nel luogo di installazione (tipicamente alluminio, ovvero acciaio zincato a caldo, ovvero acciaio inox)
- Idonea resistenza ai carichi dovuti a vento e neve, ottenuta anche mediante fissaggio a strutture sottostanti ovvero mediante zavorre adeguatamente dimensionate

- Fissaggi alle strutture sottostanti adeguatamente dimensionati ed eseguiti in modo tale da non compromettere l'integrità di dette strutture ovvero di eventuali strati protettivi e/o impermeabilizzanti interposti
- Profili strutturali in grado di ospitare i cavi relativi all'impianto, ovvero canalizzazioni dedicate opportunamente fissate alla struttura

I singoli moduli fotovoltaici dovranno essere fissati in modo tale da consentirne il montaggio e lo smontaggio con la minima interferenza rispetto ai moduli contigui.

Il montaggio dovrà garantire una idonea ventilazione dei moduli, in particolare della faccia posteriore, in quanto necessaria, o comunque opportuna, ai fini di un miglior funzionamento dell'impianto.

L'installazione dei moduli dovrà garantire che l'acqua piovana, o di pulizia, convogliata dai moduli stessi sia ricondotta al sistema di raccolta e scarico di edificio, senza debordare verso zone non previste.

4.21. ATTIVITA' DI RIMOZIONE E SMANTELLAMENTO DI IMPIANTI ED APPARECCHIATURE ESISTENTI

Le attività di rimozione di impianti ed apparecchiature esistenti possono comprendere:

- rimozione di quadri elettrici di potenza
- rimozione di condotti sbarre, cassette di testata e di derivazione
- rimozione di linee in cavo
- rimozione di canali e passerelle portacavi
- rimozione di staffaggi

con recupero delle apparecchiature funzionanti e messa a deposito delle stesse in luogo indicato dalla DL o dall'Amministrazione appaltante; smaltimento in discarica autorizzata dei materiali metallici e plastici non più riutilizzabili.

Nel caso in cui sia previsto il recupero di apparecchiature, va posta la necessaria cura affinché la rimozione avvenga senza provocare danno alle stesse.

Nel caso di linee in cavo ritenute dalla DL o dall'Amministrazione Appaltante ancora utilizzabili, vanno evitate manovre di piegamento o di tiro che sottopongano il cavo stesso a stress meccanico. Inoltre, in questo caso verrà applicata la necessaria cura per evitare di scalfire la guaina per strisciamento con parti metalliche o plastiche ed appuntite, ad esempio evitando di tirare il cavo facendolo strisciare sul fondo di passerelle portacavi forate.

Le attività di rimozione comprendono:

- lo scollegamento di linee elettriche afferenti all'apparecchiatura, previa messa in sicurezza delle stesse
- lo svincolo delle apparecchiature da basamenti
- smontaggio di canali e passerelle porta cavi e dei relativi sistemi di fissaggio
- noli, trasporti, carico e scarico
- oneri per il deposito di apparecchiature e parti di impianto in aree indicate dalla DL o dall'Amministrazione appaltante
- oneri per lo smaltimento in discarica autorizzata delle apparecchiature rimosse e non riutilizzabili

4.22. VARIE

4.22.1. Impianti di ventilazione e condizionamento locali tecnici

4.22.1.1 Impianto di ventilazione

Griglie di ventilazione

Saranno in alluminio estruso o acciaio verniciato a forno (secondo quanto richiesto) ad un solo rango di alette fisse con distanziatori montati in modo da eliminare ogni vibrazione.

Qualora la griglia debba essere montata a muro, sarà provvista di controtelaio in lamiera zincata con zanche di bloccaggio; il fissaggio della griglia al controtelaio avverrà con clips o nottolini o viti (a scelta della D.L.). Dietro la battuta della cornice sarà posta una guarnizione di tenuta. Il canale di ripresa dovrà arrivare, murato, fino al controtelaio.

Qualora la griglia debba essere montata direttamente a fianco del canale (anche trattandosi di un terminale) sarà collegata ad esso da un tronchetto in lamiera zincata (di lunghezza sufficiente a contenere griglia e serranda) con cornice piegata, cui andrà fissata con viti o nottolini la griglia, previa inserzione di guarnizione di tenuta.

Qualora la griglia sia richiesta provvista di filtro, il filtro sarà costituito da un materassino in lana di vetro a fibra lunga (spessore 20-25 mm) trattato con resine, da alloggiare entro un telaio, applicato nel canale, all'interno del foro per la bocchetta (o griglia) e corredato di rete metallica zincata a maglia di 1 cm un secondo telaio mobile, pure con rete, terrà bloccato il materassino filtrante. La bocchetta (o griglia) dovrà essere fissata al canotto di raccordo con clips, in modo da risultare facilmente smontabile per la sostituzione del filtro.

Qualora la griglia sia installata per la presa o espulsione di aria all'esterno le alette saranno del tipo parapioggia e dotate di rete antitipo fissata direttamente alla griglia.

In ogni caso la velocità d'attraversamento dell'aria dovrà essere inferiore a 1.5 m/s.

Ventilatore assiali a parete

Ventilatore assiale a telaio quadro in lamiera di acciaio verniciata per installazione a parete, girante con pale a profilo alare in nylon-vetro o in lega d'alluminio, rete di protezione lato motore in tondino d'acciaio trafilato e serranda di gravità.

Il ventilatore sarà completo di:

- Motore elettrico direttamente accoppiato alla ventola eseguito a tenuta stagna e secondo la normativa C.E.I. vigente. Se richiesto, il motore sarà a doppia velocità
- Cappuccio, controtelaio con zanche da murare e rete di protezione
- Regolatore di velocità (dove specificato e/o richiesto) a taglio di fase o autotrasformatore o variatore di velocità.

Il ventilatore sarà fissato alla parete mediante interposizione di guarnizione in gomma dello spessore di almeno 8-10 mm o gommini, al fine di evitare quanto più possibile la trasmissione di vibrazioni alla struttura muraria.

Torrino di estrazione a soffitto

I torrini di estrazione devono avere la girante calettata direttamente sull'albero del motore elettrico (di tipo chiuso od a raffreddamento esterno) e devono essere completi di cappello di protezione in alluminio o in lamiera d'acciaio zincato ricoperti con resine o materiale plastico indeformabile, base di appoggio e rinforzi in acciaio zincato, griglia antivolatile e serranda a gravità.

Il torrino sarà completo di:

- Motore elettrico direttamente accoppiato alla ventola eseguito a tenuta stagna e secondo la normativa C.E.I. vigente. Se richiesto, il motore sarà a doppia velocità
- Cappuccio, controtelaio con zanche da murare e rete di protezione
- Silenziatore posto all'aspirazione del torrino
- Regolatore di velocità (dove specificato e/o richiesto) a taglio di fase o autotrasformatore o variatore di velocità.

Il torrino sarà fissato al relativo basamento in muratura mediante interposizione di guarnizione in gomma dello spessore di almeno 8-10 mm, al fine di evitare quanto più possibile la trasmissione di vibrazioni alla struttura muraria.

4.22.1.2 Impianto di condizionamento

Condizionatore autonomo split system

Impianto di condizionamento costituito da un'unità esterna (motocondensante), con potenza frigorifera e termica specificata nei vari tipi usati, secondo il numero d'unità interne e della rispettiva loro potenzialità usate. Le unità interne sono alimentate da fluido frigorifero che sarà fatto evaporare e condensare nell'unità esterna con un semplice collegamento fra le due o più unità a due tubi. I tubi saranno in rame di appropriato diametro e coibentate con guaina a celle chiuse. Completo di rete di scarico condensa, regolatore per la gestione e controllo del sistema compreso schede di interfaccia, cablaggi e quant'altro necessario per la corretta installazione, anche se non espressamente previsto.

4.22.1.3 Termoconvettore elettrico

Termoconvettore elettrico composto di mantello di protezione in lamiera, di forte spessore ventilatore tangenziale, termostato bimetallico e lampada spia incorporata, completo di collegamento elettrico.

L'installazione non deve interferire con gli impianti previsti e l'apparecchiatura deve distare almeno 15 cm da elementi che possono danneggiati dal calore.

4.22.1.4 Trasmettitori di misura

I trasmettitori devono avere un'uscita da 4 a 20 mA o da 0 a 10 V, scalata linearmente con il campo di temperatura, di pressione, di umidità o di portata da rilevare. Il trasmettitore deve accoppiarsi alla sonda o sensore, calibrato in fabbrica e sigillato. L'errore totale non dovrà superare lo 0,1 per cento dei 20 mA (0,02 mA) a qualsiasi punto compreso nel campo da 4 a 20 mA. La tensione di alimentazione dovrà essere a 24 volt in corrente alternata o continua. I trasmettitori dovranno avere un regolaggio di inizio e di estensione non interattivo.

Trasmettitori di temperatura

Dovranno essere previsti sensori di temperatura nei posti necessari per rilevare le condizioni appropriate.

I sensori saranno installati in posti dove è facile accedere ed eseguirne la manutenzione senza l'uso di attrezzi speciali. I sensori dovranno essere calibrati con l'accuratezza prescritta. In nessun caso i sensori progettati per un tipo di applicazione potranno essere installati per un altro tipo di applicazione come ad esempio sostituire un sensore da canale con un sensore da ambiente.

Sonda di temperatura ambiente

Installati sulle pareti interne per sentire le condizioni medie di temperatura dell'ambiente. Evitare ubicazioni dove possono essere coperti dai mobili. I sensori di temperatura ambiente non devono essere montati sulle pareti esterne quando sono disponibili altre ubicazioni. Montare l'asse centrale del sensore a 1,5 metri sopra il pavimento finito.

Sonda di temperatura esterna

Provvedere sensori della temperatura dell'aria esterna sul lato nord dell'edificio, lontano da cappe di estrazione, prese d'aria esterna e altre aree dove potrebbe essere compromessa la lettura della temperatura. Provvedere schermi solari per proteggere il sensore dell'aria esterna dall'irraggiamento solare diretto.

Termosonda per la misura della temperatura dell'aria esterna, e parzialmente delle radiazioni solari, della temperatura della parete esterna e dell'effetto del vento, costituita da custodia in materiale plastico con coperchio a scatto, campo di misura -35 .. +50, elemento sensibile Ni1000 Ohm a 0°C grado di protezione IP43.

4.22.1.5 **Sensori di stato**

Termostato ambiente

Termostato elettromeccanico adatto per applicazioni di solo riscaldamento, solo raffreddamento o riscaldamento / raffreddamento con commutazione centralizzata.

Potenziometro esterno per l'impostazione del set point.

N° 2 uscite di comando ON/OFF separate, per riscaldamento e raffreddamento, con contatto in commutazione.

Scala 10..30°C . Contatti SPDT, 3 (10) A minimo a 230 V/50 Hz.

5. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI PER APPLICAZIONI ALL'APERTO

5.1.IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE

5.1.1.Generalità

L'impianto di illuminazione esterna deve essere conforme alle norme CEI 64-8 Sezione 714. I corpi illuminanti devono avere almeno grado di protezione IP43 o IP23 se installati ad altezza rispettivamente inferiore o superiore a 3 m dal suolo. Per gli apparecchi installati in pozzetto il grado di protezione deve essere IP57.

I corpi illuminanti installati ad altezza inferiore a 3 m devono dare accesso a parti attive solo con l'ausilio di attrezzi o chiavi.

I bracci, i supporti ed i pali metallici devono essere protetti contro la corrosione da zincatura a caldo e verniciatura. I pali metallici devono essere protetti contro la corrosione alla base di incastro con apposite fasce e devono essere infissi entro basamenti in calcestruzzo per garantirne la stabilità. Le dimensioni del basamento in calcestruzzo devono essere idonee all'altezza del sostegno e alla massima superficie frontale del corpo illuminante. Il sostegno metallico va connesso a terra a meno che l'impianto di illuminazione esterna (cavi, apparecchi illuminanti, giunzioni ecc.) non sia in classe II.

5.1.2.Quadri elettrici di protezione e comando

L'appaltatore provvederà alla fornitura, posa e regolazione dei quadri elettrici indicati negli altri elaborati di progetto. Essi andranno installati presso i punti di consegna dell'Ente distributore pubblico e saranno costituiti da carpenteria in vetroresina poliestere rinforzata con fibre di vetro con grado di protezione minimo IP44.

Tale contenitore dovrà, salvo diversa indicazione, essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo misura installato dall'Ente Distributore. La relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo.

Il quadro dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore pubblico dell'energia elettrica sia dei cavi in partenza relativi all'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'Appaltatore tutte le opere (scavo, opere murarie e quant'altro) necessarie per realizzare il collegamento dei cavi dell'Ente Distributore.

Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando (ovvero regolatore di flusso), di sezionamento, e di protezione così come definite negli schemi unifilari quadri elettrici allegati al presente progetto. La portella di chiusura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con i tecnici del Comune.

Nel caso si realizzi un impianto di pubblica illuminazione in classe II, il quadro elettrico dovrà essere anch'esso realizzato con isolamento equivalente.

Le apparecchiature installate entro il quadro dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI di prodotto, in particolare, i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI 17-3 fascicolo 252.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le caratteristiche definite negli elaborati e/o descrizioni dei materiali.

I dispositivi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo la Norma CEI 64-8 parte 4.

5.1.3.Generalità sugli apparecchi di illuminazione

Per una descrizione precisa delle caratteristiche degli apparecchi illuminanti si rinvia all'elenco Descrittivo delle Voci. Nel seguito sono riportate solo alcune prescrizioni di carattere generale.

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- 1) Apparecchi per illuminazione stradale (installati a quota ≥ 3 m):
 - ♦ "Aperti" (senza coppa o rifrattore) vano ottico: IP23
 - ♦ "Aperti" (senza coppa o rifrattore) vano ausiliari: IP23
 - ♦ "Chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ottico: IP44
 - ♦ "Chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ausiliari: IP23
- 2) Proiettori su torri faro o parete (verso il basso): IP65
- 3) Proiettori sommersi: IP68

Gli apparecchi illuminanti, nonché i loro componenti interni dovranno altresì essere rispondenti alle relative Norme di prodotto.

Il corpo degli apparecchi dovrà essere comunque idoneo alle condizioni ambientali (agenti atmosferici o inquinanti).

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti completi di lampade, ausiliari elettrici ed eventuale fusibile già completi dei collegamenti di cablaggio. Il fusibile deve essere inserito direttamente a valle del sezionatore, sul conduttore di fase disposto in modo da non poter essere sostituito con apparecchio in tensione.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Tali apparecchi dovranno essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 1) 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro
- 2) 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente
- 3) 10 V per le lampade da 250 W (tutti e due i tipi)
- 4) 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro
- 5) 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 – “Marcatura” della Norma CEI 34-21.

La rispondenza al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificata con la consegna al Direttore dei lavori della dichiarazione di conformità alle norme stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione, ai sensi del art.2 del D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 e s.m.i., oppure tramite l'accertamento dell'esistenza del Marchio di Conformità apposto sugli apparecchi stessi, ovvero dal rilascio dell'attestato di conformità ai sensi del già citato D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626.

Di ciascun apparecchio utilizzato dovrà essere fornita la seguente documentazione fotometrica:

- 1) Angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio
- 2) Curva polare di intensità luminosa riferita a 1000 lumen
- 3) Diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1000 lumen
- 4) Diagramma del fattore di utilizzazione
- 5) Classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale

Nell'ipotesi di apparecchi ad ottica variabile devono essere forniti i dati fotometrici per ognuna delle configurazioni possibili.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì essere del tipo indicato negli altri elaborati di progetto:

- 1) Cut-off
- 2) Semi cut-off
- 3) Non cut-off

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, qualora esso non risulti già definito nei vari elaborati di progetto, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

In ogni caso, l'Appaltatore provvederà all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su palo o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, ed alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

L'Impresa dovrà eseguire la corretta installazione dell'apparecchio illuminante secondo le indicazioni di montaggio indicate dal costruttore.

Inoltre gli apparecchi dovranno essere installati in modo da agevolare le operazioni di manutenzione (in particolare le fasi di pulizia e sostituzione lampade) senza generare situazioni di pericolo per gli operatori o danni agli apparecchi stessi.

Per gli apparecchi di illuminazione in Classe II si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché venga mantenuto il doppio isolamento.

5.1.1. Tipologie di Apparecchi illuminanti

Apparecchio Tipo A (rami di svincolo):

- flusso emesso sorgente (500mA - 3.000K): 6.791 lumen
- potenza assorbita apparecchio (compresi ausiliari) a 500mA: circa 50 W
- driver DALI
- durata LED (L90): 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente con 700 mA di corrente di pilotaggio
- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 3.000 K
- fattore di potenza: 0,9
- peso: 11,5 kg
- superficie esposta al vento dell'apparecchio: 0,12 m²

- predisposizione per montaggio su palo
- protezione sovratensioni: 10 kV
- temperatura di funzionamento da -40°C a +55°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1;EN 60598-2-3.

Apparecchio Tipo B (rami di svincolo):

- flusso emesso sorgente (800mA - 3.000K): 14.460 lumen
- potenza assorbita apparecchio (compresi ausiliari) a 800mA: circa 115 W
- driver DALI
- durata LED (L90): 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente con 800 mA di corrente di pilotaggio
- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 3.000 K
- fattore di potenza: 0,9
- peso: 11,5 kg
- superficie esposta al vento dell'apparecchio: 0,12 m²
- predisposizione per montaggio su palo
- protezione sovratensioni: 10 kV
- temperatura di funzionamento da -40°C a +55°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1;EN 60598-2-3.

Apparecchio Tipo C (rami di svincolo):

- flusso emesso sorgente (700mA - 3.000K): 22.754 lumen
- potenza assorbita apparecchio (compresi ausiliari) a 700mA: circa 170 W
- driver DALI
- durata LED (L90): 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente con 700 mA di corrente di pilotaggio
- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 4.000 K
- fattore di potenza: 0,9
- peso: 18,2 kg
- superficie esposta al vento dell'apparecchio: 0,18 m²
- predisposizione per montaggio su palo

- protezione sovratensioni: 10 kV
- temperatura di funzionamento da -40°C a +55°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1;EN 60598-2-3.

Apparecchio Tipo D (piazzale di esazione):

- flusso emesso sorgente (700mA - 3.000K): 26.982 lumen
- potenza assorbita apparecchio (compresi ausiliari) a 700mA: circa 200 W
- driver DALI
- durata LED (L90): 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente con 700 mA di corrente di pilotaggio
- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 3.000 K
- fattore di potenza: 0,9
- peso: 18,2 kg
- superficie esposta al vento dell'apparecchio: 0,18 m²
- predisposizione per montaggio su palo
- protezione sovratensioni: 10 kV
- temperatura di funzionamento da -40°C a +55°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1;EN 60598-2-3.

La distribuzione dei punti luce, nelle diverse zone servite dall'impianto di illuminazione, è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

Apparecchio Tipo E (sottopassi):

L'illuminazione interna sarà realizzata con apparecchi illuminanti aventi un corpo in alluminio, equipaggiati con sorgenti a LED e completi di cavo terminale e di spina CEE 2P+T 16A 230V IP67. Gli apparecchi saranno disposti su ambo i lati fissati sul canale portacavi o a parete tramite supporto per aggancio rapido in acciaio inox.

La dissipazione del calore è garantita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED.

L'alimentazione interna, in corrente continua a 700 mA è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (100.000 ore).

L'apparecchio sarà inoltre equipaggiato di modulo ad onde convogliate per la regolazione del flusso luminoso emesso.

Altre caratteristiche degli apparecchi a LED si possono così riassumere:

- potenza nominale apparecchio (compresi ausiliari) a 350mA: circa 40W
- flusso emesso sorgente (350mA - 4.000K): 5.856 lumen
- driver DALI
- durata LED (L₉₀): 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente con 500 mA di corrente di pilotaggio

- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 4.000 K
- fattore di potenza: 0,9
- peso: 5,3 kg
- protezione sovratensioni: 10 kV
- temperatura di funzionamento da -30°C a +50°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1;EN 60598-2-3.

Gli apparecchi, completi di cavo terminale FG16(O)M1 2x2,5 mm² e di spina CEE tipo 2P+T – 16A per una veloce rimozione dell'apparecchio in caso di manutenzione, saranno derivati dalle dorsali di alimentazione elettrica tramite una cassetta di derivazione in alluminio, avente grado di protezione almeno pari a IP65, grado di resistenza meccanica maggiore di IK07 ed equipaggiata di un fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione terminale non si ripercuota sulla dorsale elettrica

Apparecchio Tipo F e G (piste esazione):

Per l'illuminazione delle piste di esazione sono previsti degli apparecchi modulari a LED montati ad incasso nella pensilina aventi struttura portante a supporto del gruppo ottico costituita da un telaio in lamiera acciaio e completi di vetro di protezione piano e temprato per ogni modulo LED, spessore 4mm, di elevata trasparenza fissato al telaio del modulo tramite sigillante siliconico.

Altre caratteristiche del sistema modulare LED si possono così riassumere:

- corpo in alluminio
- schermo in vetro spessore 4 mm
- ottica stradale
- sorgente LED modulare con moduli da 9 LED
- apparecchio con n.8 moduli a 9 LED
- flusso emesso apparecchio a 72 LED (525mA - 4.000K): ≈ 12.480 lumen
- flusso emesso apparecchio a 72 LED (700mA - 4.000K): ≈ 16.000 lumen
- potenza nominale apparecchio (compresi ausiliari) a 525 mA: ≈ 120 W
- potenza nominale apparecchio (compresi ausiliari) a 700 mA: ≈ 160 W
- driver DALI
- durata LED (L₉₀): ≥ 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente con 700 mA di corrente di pilotaggio
- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 4.000 K
- fattore di potenza: 0,9

- efficienza luminosa della sorgente LED a 525 mA – Ta=25°C > 110 lm/W
- alimentatore elettronico estraibile
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1; EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3.

5.1.2. Sistema di telegestione puntuale su onde radio degli impianti di illuminazione

Il sistema di telegestione su onde radio sarà costituito da un insieme di apparecchiature da installare negli apparecchi illuminanti e nei pressi della cabina. I componenti principali del sistema dovranno essere i seguenti.

Nodo concentratore e router per il controllo e la gestione moduli onde radio

Nodo concentratore e router per il controllo e la gestione tramite onde radio degli apparecchi illuminanti.

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- contenitore plastico adatto all'installazione su barra DIN
- processore clock 454MHz
- RAM 128MB DDR2 DRAM
- Flash 256 MB NAND
- LCD 800x480 con touchscreen
- porta di rete 10/100 Base TX (PoE)
- 2 porte RS485
- 1 porta CAN bus
- 1 porta RS232
- orologio RTC con batterie di backup
- 2 uscite a relè
- 2 ingressi optoisolati
- sonda di temperatura
- modulo radio:
 - banda 2.4 GHz
 - potenza Tx fino a 3 dBm
 - sensibilità RX -101 dBm
 - budget link radio 104 dB
 - protocolli: ZigBee, IEEE 802.15.4, 6LoWPAN, RF4CE, SP100, WirelessHART, Algorab V3.0, ISM
 - sicurezza AES 128 bit
- sistema operativo Linux 3.9 o superiore
- funzionalità: TCP/IP, UDP, Socket, Server Web, Telnet, PPP, FTP, VPN, Ipsec, SSL, DHCP, NAT, NTP, Agent e Manager SNMP
- assorbimento 8W
- grado di protezione IP65
- temperatura di funzionamento -40° +70°C

- antenna di comunicazione esterna
- alimentatore 230Vac – 24Vcc

Modulo radio completo di antenna esterna

MODULO RADIO PER IL CONTROLLO E LA GESTIONE DI APPARECCHIO ILLUMINANTE A LED.

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- contenitore in materiale plastico (ABS)
- segnalazioni LED (verde, gialla e rossa)
- interfaccia SELV DALI MASTER (8 dispositivi)
- RS485 isolata
- uscita normalmente chiusa con corrente massima 1.5A (carico induttivo o capacitivo), 5A (carico resistivo)
- chip crittografato
- memoria 8Mbit Flash
- accelerometro 3 assi
- termometro digitale +/- 0.5°C (da -10°C a + 85°C)
- orologio real time clock con batteria di backup
- modulo radio:
 - banda 2.4 GHz
 - potenza Tx fino a 3 dBm
 - sensibilità RX -101 dBm
 - budget link radio 104 dB
 - protocolli: WSNAgorab V3.0 o superiore
- classe II
- tensione di isolamento tra alimentazione e interfacce 3 kV
- tensione di alimentazione 230 V -50 Hz
- assorbimento 2W
- grado di protezione IP40
- temperatura di funzionamento da -25°C a +70°C

ANTENNA ESTERNA MULTIBANDA

- banda di lavoro 860-960 / 2400-2690 MHz (GSM, WIFI, LTE)
- impedenza 50Ω
- potenza massima 25 W
- omnidirezionale
- elemento radiante in acciaio inox
- temperatura di lavoro -40 ÷ +80 °C

- completa di cavo coassiale per connessione SMA

Ingegneria, programmazione ed addestramento del sistema di telegestione punti luce

Il sistema dovrà essere fornito completo delle seguenti attività necessarie per permettere il perfetto funzionamento di tutto il sistema secondo le necessità definite dalla D.L.:

- cablaggio delle connessioni in centrale
- programmazione dei comandi e degli asservimenti
- operazioni di configurazione per le periferiche collegate mediante il noleggio, se necessario, di unità PC, portatili e non
- configurazione ingressi ed uscite
- installazione di software adeguato
- controllo e verifica del corretto funzionamento del materiale fornito
- messa in funzione del sistema
- corso di formazione del personale preposto alla conduzione dell'impianto, della durata minima di 2gg, da svolgere presso il Centro Direzionale o in altra sede indicata dal Committente
- fornitura della documentazione tecnica e dei manuali d'uso
- fornitura degli schemi di collegamento
- fornitura del lay-out di montaggio

5.1.3.Cavi e circuiti di alimentazione

Per la distribuzione dell'energia elettrica di potenza si dovranno utilizzare le seguenti tipologie di cavi:

- Dorsali di alimentazione: cavi unipolari con guaina con sezione superiore o uguale a 4 mm² tipo FG16R16-0,6/1 kV
- Derivazioni al centro luminoso: cavi bipolari con sezione minima 2,5 mm² tipo FG16OR16-0,6/1 kV

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norme CEI di prodotto (CEI 20-13, 20-32, 20-20,...) e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni in fase di Direzione Lavori.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare, in modo leggibile e permanente, la fase relativa.

In corrispondenza di ciascun pozzetto dovrà essere mantenuta una scorta di cavo pari almeno a 0,5 m.

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature dovranno essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e dei vari punti di ispezione (pozzetti e cassette di derivazione) con anelli o tubetti portatichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti conformemente a quanto prescritto dalla CEI 16-7.

I cavi utilizzati dovranno inoltre avere sezione tale da contenere, in condizioni regolari di esercizio, la caduta di tensione massima percentuale pari al 4%.

Infine per limitare gli squilibri di corrente lungo la rete di alimentazione, i centri luminosi dovranno essere derivati ciclicamente dalle tre fasi.

5.1.4. Muffole e morsettiere

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata entro la cassetta di connessione con fusibili collocata in apposita asola a base palo, con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale per derivazione e/o cambio sezione (fino a 16 mm²).

La cassetta di connessione (o morsettieria), se l'impianto realizzato è in classe II, dovrà essere del tipo a doppio isolamento in modo da mantenere la stessa classe di isolamento.

La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi, salvo nei cambi di sezione delle linee (effettuati nella stessa morsettieria).

Nel caso di dorsali avente sezione maggiore o uguale a 25 mm² dovrà essere prevista una cassetta di derivazione, o una muffola di derivazione in gel, collocata nel pozzetto relativo ed il collegamento alla cassetta collocata alla base del palo sarà realizzato con cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) avente sezione di 2,5 mm². La derivazione dovrà garantire un grado di protezione minimo IP57.

5.1.5. Sostegni

Pali

I pali per illuminazione pubblica dovranno essere conformi alle norme UNI-EN 40.

I pali e gli eventuali bracci saranno di tipo conico, laminati a caldo, realizzati in acciaio S275JR (UNI EN 10025).

I pali e i bracci saranno zincati secondo le Norme UNI EN ISO 1461.

La collocazione dei pali dovrà rispettare quanto indicato dalla Norma CEI 64-8 Sez. 714 in merito a distanziamenti ed altezze minime dalla carreggiata, dalla sede stradale e da eventuali conduttori aerei e rispettare la minima distanza dalla carreggiata in base alla deformazione dell'eventuale guard-rail.

Tutte le caratteristiche tecnico dimensionali (altezze, diametri, ecc.) sono indicati nei disegni allegati al progetto.

In corrispondenza del punto di incastro del palo al blocco di fondazione dovrà essere riportata una guaina termorestringente in polietilene avente spessore di 4mm e lunghezza minima di 400mm.

I pali andranno fissati al terreno dopo averne verificata la perfetta verticalità.

Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10x1 saldati prima della zincatura.

Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10x1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI 6900/71.

Nei pali dovranno essere praticate n° 2 aperture delle seguenti dimensioni:

- Un foro ad asola della dimensione indicative 186x46 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con mezzeria a 600 mm dalla base
- Una finestrella d'ispezione delle dimensioni indicative 186x46 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse verticale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del palo o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta rispetto al lato di transito veicolare, con mezzeria ad almeno 1800 mm dalla base

La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante una portella realizzato in lega di alluminio dotata di viti di chiusura in inox AISI 304.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interno IP54. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettieria di connessione in classe II.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettieria di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 (solo se il corpo illuminate lo necessita).

La ditta, prima della posa dei sostegni, dovrà verificare la stabilità dei sostegni stessi secondo le prescrizioni della UNI EN 40.

5.1.6. Protezione elettrica dei circuiti di illuminazione

Gli apparecchi illuminanti con sorgente a LED, per il loro funzionamento, necessitano di alimentatori elettronici (driver) costituiti da diversi componenti (es. filtri, condensatori, ecc...) che generano elevate correnti di spunto.

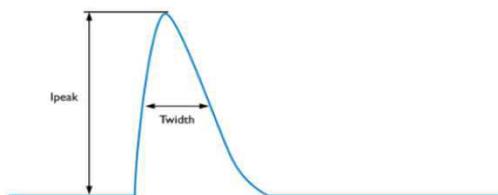
Tali correnti hanno durata generalmente limitata ma la loro entità è tale da creare problematiche nei circuiti in cui sono inseriti.

Particolare attenzione è pertanto necessaria in fase di dimensionamento e scelta degli interruttori di protezione dei circuiti, che devono avere caratteristiche tali da evitare scatti intempestivi, specialmente in presenza di un numero elevato di apparecchi illuminanti.

Data la complessità e la variabilità del fenomeno, dalla difficoltà di valutarne la composizione in presenza di più apparecchi illuminanti (talvolta con caratteristiche non omogenee tra loro), le correnti assorbite in fase di inrush e la loro durata non sono agevolmente determinabili tramite calcolo.

La valutazione accurata potrà essere fatta solo sulla base dei dati ricavati dalle prove sperimentali eseguite dai costruttori, da cui si ricavano tipicamente i seguenti valori:

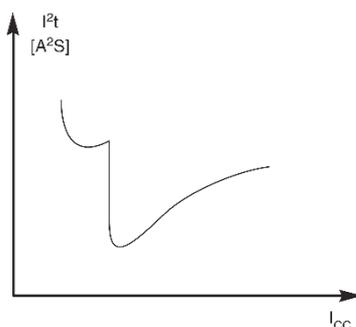
- Valore di picco della corrente di inserzione (I_{peak})
- Durata del picco all'emivalore (T_{width})



Tali dati dovranno essere confrontati con le curve di intervento delle apparecchiature di protezione, in particolare in termini di energia passante (I^2t); l'energia assorbita dagli apparecchi illuminanti deve essere inferiore a quella della protezione, che ne determina l'apertura.

Quest'ultima è dipendente dalla tipologia costruttiva dello stesso (interruttore scatolato, interruttore modulare, fusibile, ecc...), dalla capacità di limitazione e dalla curva di intervento della soglia magnetica (B, C, D, K).

Nel seguito si riporta una figura tipica per un interruttore magnetotermico modulare.



Spesso tale curva, disponibile dalle documentazioni tecniche, è indicata solo per il tratto terminale (intervento in cortocircuito).

Talvolta i produttori di apparecchi illuminanti forniscono dei riferimenti sul numero massimo degli stessi, alimentabili dal singolo circuito, date diverse taglie e caratteristiche di interruttori disponibili nel mercato.

5.2. Pannelli a messaggio variabile (PMV)

Il sistema PMV sarà ricavato dalla composizione di una o più delle seguenti parti costitutive:

- PMV full matrix monocromatico 3200x1280 mm

I pannelli PMV saranno rispondenti, in particolare, a quanto riportato nella norma CEI-EN 12966-1 ed alla guida tecnica CEI 214-13. La conformità a tale norma dovrà essere inoltre attestata dal Certificato di Marcatura CE e dal Certificato di Omologazione del Ministero dei Trasporti.

Si riportano nel seguito le caratteristiche tecniche dei principali componenti costitutivi il sistema PMV.

5.2.1. Caratteristiche PMV full matrix monocromatico 3200x1280 mm

Il PMV sarà principalmente composto da:

- Tabellone full matrix monocromatico
- Portale di sostegno a farfalla o a bandiera

Il PMV full matrix avrà in linea generale le seguenti caratteristiche:

- Composizione: matrice completa, monocromatica, da 64 righe per 160 colonne; ciascun pixel è formato da 1 LED di colore giallo ambra.
- Formato: area attiva da 3200x1280 mm (160x64 pixel).
- Capacità informativa: variabile in funzione del font carattere selezionato e del testo visualizzato; a titolo esemplificativo, con carattere ASCII con altezza 200 mm (font carattere 10x7 pixel) è possibile visualizzare 4 righe da 16-18 caratteri, o un maggior numero di caratteri riducendone la spaziatura orizzontale;
- Numero LED: 10.240.
- Numero pixel: 10.240.
- Passo tra i pixel: 20 mm.
- Vita utile dei LED: maggiore di 500.000 ore.
- Caratteristiche ottiche (secondo norma europea EN12966):
 - Luminanza: L3;
 - Contrasto: R3;
 - Angolo di lettura: B6.
- Controllo dei gradienti sui colori per singolo pixel.
- Regolazione della luminosità automatica su 256 livelli (mediante lettura luminosità ambientale) e su specifico comando remoto.
- Contenitore in alluminio elettrosaldato, telaio interno in acciaio zincato a caldo.

- Frontale realizzato esternamente con lastra di alluminio verniciato in colore nero opaco ad alto assorbimento, forato in corrispondenza dei singoli LED e sigillato internamente con policarbonato antiurto con specifico trattamento anti-UV ed antiriflesso.
- Unità di controllo interna a microprocessore.
- Diagnostica per controllo dello stato dei pixel, dell'alimentazione, dei livelli di luminosità, delle ventole, della temperatura interna.
- Grado di protezione IP55.
- Alimentazione 230 Vac $\pm 5\%$, 50 Hz $\pm 5\%$.
- Consumo max: 1500 W.
- Dimensioni del contenitore: 3600x1500x300 mm (LxHxP).
- Massa complessiva del pannello: circa 290 kg.
- Interfaccia seriale RS485 oppure ethernet con connettore RJ45, direttamente collegate alla CPU interna del PMV.

Il portale di sostegno a farfalla del tipo "monopalo" sarà caratterizzato da un aspetto snello e razionale, nella classica configurazione a "T" con ritto verticale in posizione centrale e traversa orizzontale a bracci simmetrici.

Il portale, con montante e trave formati da una struttura monotubolare a sezione quadrangolare, sarà completato dalla scaletta di accesso alla parte superiore e dalla passerella per permettere l'accesso degli addetti alla manutenzione. Sia la scaletta sia la passerella saranno dotate di protezioni di sicurezza a norma di legge.

Il passaggio cavi è previsto all'interno della struttura.

Il portale è dimensionato per sostenere il proprio peso, i pannelli a messaggio variabile e gli addetti alla manutenzione, e per rispondere adeguatamente alle varie sollecitazioni, conformemente a quanto previsto dalle Norme Tecniche NTC2018 e normative vigenti.

La larghezza utile dello spazio di manovra tra il retro dei pannelli e la protezione opposta dovrà essere superiore allo spazio impegnato dalle ante delle portelle dei PMV in posizione di apertura completa.

Inoltre il sostegno sarà completo di contropiastra, tirafondi, bulloneria e montanti per ancoraggio PMV.

Per le caratteristiche del portale di sostegno del portale a bandiera si rinvia a specifica documentazione di progetto opere civili.

5.3. Impianto TVCC

5.3.1. Generalità

L'impianto di videosorveglianza a circuito chiuso previsto per l'opera in oggetto dovrà essere costituito dalla combinazione dei seguenti elementi:

- Telecamera fissa a campo lungo
- Telecamera campo ridotto tipo "Bullet"
- Telecamera brandeggiabile (DOME)
- Pali di sostegno telecamere

Il sistema nel suo complesso, dovrà poi essere installato ed opportunamente configurato.

Si riportano nel seguito le caratteristiche tecniche di cui devono essere dotati i componenti costitutivi sopra elencati.

Le telecamere da interno saranno installate ad un'altezza che, compatibile con le caratteristiche dei locali, sarà non inferiore a 2.5 m.

Tutti i cavi terminali di interconnessione saranno multipolari con guaina e precisamente. Essi dovranno essere fatti fuoriuscire attraverso fori di uscita di tipo modulare componibile su telaietto portafrutti, provvisti di placca frontale di caratteristiche da concordare con la D.L.

I morsetti della linea di alimentazione (230 V c.a.) dovranno essere separati dagli altri cavi con un setto fisso o asportabile mediante l'impiego di un attrezzo; in alternativa dovranno essere adattate scatole terminali distinte.

Quanto sopra vale sia con impianti di tipo incassato sottotraccia sia nel caso di posa in vista; per la posa in vista le scatole portafrutti saranno necessariamente di tipo sporgente ed i cavi fuoriusciranno attraverso i passacavi di cui le cassette sono normalmente dotate.

La telecamera sarà sostenuta mediante staffa o supporto di sostegno in lega leggera o in acciaio verniciato a fuoco o di altro tipo adatta ad essere fissata a parete o a soffitto, ecc., secondo le esigenze di progetto e sarà completa di snodo con due gradi di libertà.

Le telecamere da esterno dovranno essere poste entro una custodia antintemperie ed antivandalo.

L'altezza di installazione sarà di almeno 2,5 m; per necessità di installazione ad altezze inferiori si dovranno prevedere tutte quelle precauzioni necessarie a prevenire il furto della telecamera (prevedere dado e controdado su tutti i bulloni, bloccare uno dei due dadi con spine elastiche, impiegare viti che richiedano l'impiego di attrezzi speciali per l'allentamento).

I cavi si attesteranno o transiteranno (secondo il tipo) in cassetta di derivazione in materiale isolante di tipo stagno (grado di protezione non inferiore a IP65) chiusa con il sistema a baionetta (1/4 di giro o simile) oppure con viti di acciaio inossidabile rese inperdibili (non sono ammesse viti di tipo autofilettante).

In alternativa potranno essere impiegate cassette in lega leggera pressofusa aventi lo stesso grado di protezione. All'interno della cassetta di attestazione la parte relativa all'alimentazione a 230 V (morsettiera, ingresso e uscita delle tubazioni) dovrà risultare segregata con un setto di separazione fisso o asportabile solo mediante attrezzo; in alternativa potranno essere impiegate cassette distinte.

L'ingresso delle tubazioni dovrà essere eseguito con cura in modo che non risulti abbassato il grado di protezione. Per quanto possibile entrata e uscita dovranno avvenire attraverso i fori del lato inferiore, mai comunque da quelli del lato superiore della cassetta - nel tratto fra la cassetta di attestazione e la custodia, i cavi dovranno essere protetti mediante due tubi flessibili (uno ad uso esclusivo dell'alimentazione 230V) con spirale in acciaio zincato a doppia aggraffatura e guaina esterna in PVC morbido. Tali tubi dovranno essere dotati alle estremità degli appositi raccordi provvisti allo scopo dal costruttore. Non sono ammessi raccordi di tipo a clips serrate con viti. La custodia sarà sostenuta da una robusta staffa con snodo con due gradi di libertà.

5.3.2. Telecamera fissa a campo lungo

Ogni telecamera fissa a campo lungo sarà provvista delle seguenti caratteristiche principali:

- custodia in acciaio inox AISI 316L verniciata a polvere
- sensore CMOS 1/3"
- risoluzione massima 1920x1080
- lunghezza focale da 4.9 a 49mm, motorizzata varifocal
- campo visuale da 49.4° a 5.3°
- compressione H.264, MPEG - VRB
- connessione di rete 100 Mb (RJ45)

- protocolli IPv4, TCP/IP, UDP, RTP, RTSP, HTTP, HTTPS, ICMP, FTP, SMTP, DHCP, UPnP, IGMP, SNMP, QoS, ONVIF, TLS1.2, NTCIP-1205
- alimentazione 24Vca – 24 Vcc – POE+
- assorbimento 13W
- grado di protezione IP66 – IK10
- dimensioni 220x127x121mm

Completa di staffe per installazione alle pareti ovvero su palo/portale, cavi di alimentazione e segnale terminali, bretella/e di connessione alla cassetta, eventuali guaine metalliche rivestite per connessioni terminali, oneri di configurazione, collaudo e puntamento.

NOTA: le staffe/supporti, con i relativi sistemi di fissaggio al rivestimento, dovranno essere preventivamente calcolate / verificate (con la redazione di adeguata documentazione costruttiva), in fase di realizzazione dell'opera.

5.3.3. Telecamera campo ridotto tipo "Bullet"

La telecamera fissa termica sarà provvista delle seguenti caratteristiche principali:

- sensore CMOS 1/8"
- risoluzione massima 3864x2180
- lunghezza focale da 4 a 8, motorizzata
- campo visuale da 113° a 59°
- illuminatore IR 850nm con visualizzazione fino a 40m
- zoom digitale 10X
- compressione H.265, H.264, MPEG – CBR/VRB/LBR
- memorizzazione locale tramite SD/SDHC/SDXC fino a 128GB
- connessione di rete 100/1000 Mb (RJ45)
- protocolli IPv4, IPv6,, TCP, UDP, RTP, RTSP, HTTP, HTTPS, ICMP, FTP, SMTP, DHCP, UPnP, IGMP, SNMP, QoS,
- alimentazione 24Vca – 24 Vcc – POE
- assorbimento 13.68W
- grado di protezione IP66 – IK10
- dimensioni 92(diametro)x220mm

Completa di staffe per installazione alle pareti ovvero su palo/portale, cavi di alimentazione e segnale terminali, bretella/e di connessione alla cassetta, eventuali guaine metalliche rivestite per connessioni terminali, oneri di configurazione, collaudo e puntamento.

NOTA: le staffe/supporti, con i relativi sistemi di fissaggio, dovranno essere preventivamente calcolate / verificate (con la redazione di adeguata documentazione costruttiva), in fase di realizzazione dell'opera.

5.3.4. Telecamera brandeggiabile (DOME)

Le telecamere DOME sono previste a colori e provviste delle seguenti caratteristiche principali:

- custodia in lega di alluminio e ABS
- sensore CMOS 1/2.8"
- risoluzione massima 2065x1553
- lunghezza focale da 4.3 a 170 mm
- campo visuale da 62° a 2°
- illuminazione minima 0.04lux a colori, 0.002lux in bianco e nero
- zoom ottico 40x
- zoom digitale 10x
- pan 360°
- tilt da -20° a +100°
- 256 posizioni di preset
- compressione multipla H.265, H.264, MJPEG – CBR/VBR/LBR
- memorizzazione locale tramite SD/SDHC/SDXC fino a 128GB
- protocolli: IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, 802.1x, Qos, FTP, SMTP, UPnP, SNMP, DNS, DDNS, NTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP/IP, DHCP, PPPoE
- connessione di rete 10/100 Mb (RJ45) o SFP
- alimentazione 12Vcc – 24Vca – HiPoE
- assorbimento 39W
- grado di protezione IP66
- dimensioni 207x315mm

Completa di staffe per installazione alle pareti ovvero su palo/portale, cavi di alimentazione e segnale terminali, bretella/e di connessione alla cassetta, eventuali guaine metalliche rivestite per connessioni terminali, oneri di configurazione, collaudo e puntamento.

NOTA: le staffe/supporti, con i relativi sistemi di fissaggio, dovranno essere preventivamente calcolate / verificate (con la redazione di adeguata documentazione costruttiva), in fase di realizzazione dell'opera.

5.3.5. Server gestione TVCC

Per la registrazione ed il controllo dei nuovi apparati TVcc, dell'opera in oggetto, si prevede l'utilizzo di un nuovo apparato VMS (Video Management System), caratterizzato da server NVR, che verrà alloggiato all'interno di un rack dati nel locale TLC di Stazione, alimentato da rete in continuità assoluta dall'UPS di Stazione e collegato ai locali switch di nodo di rete WAN.

Il server di videoregistrazione sarà caratterizzato da:

- sistema operativo Microsoft Windows 10 Pro 64-bit o superiore;
- hard disk 64GB SSD;
- alloggiamento per Hard disk 4x 3.5" hot swappable;
- N.3 Hard disk 3.5" (capacità totale 8 TB- RAID 5);
- CPU Intel Xeon E3;
- memoria RAM 16 GB;

- scheda video integrata;
- connessione di rete con due porte 10/100/1000 Mbps (RJ-45);
- case Rack 19" 1U;
- dimensioni (DxWxH) 660 mmx 429 mm x 43 mm;
- doppio alimentatore 230 Vac; da 300W;
- accessori di fissaggio e controllo (tastiera, mouse, etc.).

Il server sarà equipaggiato con licenze software professionale, con le seguenti principali funzionalità:

- Licenze software per tutte singole telecamere gestite;
- Registrazione in continuo 72h;
- Rilettura delle sequenze video registrate;
- Monitoraggio in tempo reale delle telecamere e dell'intero sistema;
- Implementazione multi server;
- Supporto di un numero illimitato di server slave;
- Supporto fino a >1000 canali video / canali I/O (virtualmente illimitato, dipendente solo da limitazioni HW e di networking);
- Connessione simultanea fino a 128 client.

I server saranno integrati nella struttura NVR / VMS della Concessionaria, quindi controllati con gli attuali software applicativi e gestiti con le modalità gestionali esistenti in termini di ridondanza dei sistemi di storage.

5.3.6.Posa di Modulo Transceiver Pluggable

Il modulo transceiver hot-plug deve essere alloggiato all'interno dello slot dedicato presente nella telecamera e deve essere cablato alla terminazione del cavo ottico mediante una bretella ottica bifibra terminata con connettori LC, lato modulo, e con connettori SC o LC, lato terminazione. Il modulo può essere inserito anche a telecamera accesa.

5.3.7.Palo per telecamera h 10 m

Le telecamere dovranno essere staffate su pali con le seguenti caratteristiche:

- FUSTO
 - forma tronco-conica, a sezione ottagonale realizzato in tronco unico, ottenuti da lamiera pressopiegata e saldata longitudinalmente.
- ACCESSORI:
 - scala di risalita con guida di sicurezza centrale modello SOLL
 - Cancelletto antisalita
 - Pianerottolo
 - Corsore ed imbragatura
 - Tirafondi per fissaggio a plinto di fondazione
 - Flangia di base diam. 670 mm. Completa di tirafondi
 - Lavorazioni come da disegno inviati

- MATERIALI
 - Fusto: S355JR (FE 510B) in conformità alla norma UNI EN 10025
 - Carpenterie: S235JR (FE 360B) in conformità alla norma UNI EN 10025
 - Bulloneria: classe 8.8 in acciaio zincato
- FINITURA
 - Zincatura: La protezione superficiale, interna/esterna, è assicurata mediante zincatura a caldo realizzata in conformità alla norma UNI EN ISO 1461.
- Altezza totale: 10 m
- Altezza fuori terra: 10 m
- Fissaggio su flangia

Il palo sarà completo di plinto di fondazione realizzato come da elaborati grafici e di calcolo di progetto.

5.3.8. Ingegnerizzazione, documentazione ed addestramento impianto TVCC

A completamento del sistema TVcc, sono previste le seguenti attività necessarie per permettere il perfetto funzionamento di tutto il sistema e la regolazione della scansione di controllo delle telecamere in tutte le aree coperte, secondo le necessità definite dalla D.L.:

- programmazione dei comandi e degli asservimenti;
- operazioni di configurazione per le periferiche collegate;
- configurazione ingressi ed uscite;
- installazione di software adeguato;
- controllo e verifica del corretto funzionamento del materiale fornito;
- messa in funzione del sistema (start-up);
- regolazione telecamere;
- istruzioni al personale per la posa delle apparecchiature;
- fornitura della documentazione tecnica e dei manuali d'uso;
- addestramento sull'uso dei sistemi, sino a 10 persone;
- supporto "on site" x configurazione server e software (VMS);
- fornitura degli schemi di collegamento;
- fornitura del lay-out di montaggio;
- sopralluoghi e collaudi in cantiere.

Il tutto dovrà essere eseguito da operatore specializzato e qualificato.

5.3.9. Integrazione del sistema Video Wall

Il sistema Barco sarà opportunamente configurato/modificato per la gestione e la decodifica dei nuovi stream video verso il VideoWall o verso i monitor da 55".

5.4. Impianto SOS

Si riportano nel seguito le caratteristiche tecniche dei componenti costitutivi i sistemi di collegamento per l'impianto SOS previsto per l'opera in oggetto

5.4.1. Cassetta stagna FS 3/10 – 3/20 – 3/30

Le cassette stagne FS 3/10 e FS 3/20, adatta al sezionamento / terminazione del suddetto cavo dorsale e subdorsale multiconduttore, saranno caratterizzate da:

- terminazione cavi, per cavi fino a 1.5 mm di diametro, in camera chiusa eventualmente riempibile con miscela e collegamento dei conduttori a saldatura;
- collegamento dei conduttori di derivazione e permutazione a saldatura e serrafili in camera anteriore stagna, con scatola per disidratante;
- coperchio a cerniera su guarnizioni in neoprene;
- struttura in fusione in ghisa lavorata e verniciata;
- viteria e morsetti in ottone nichelato;
- ingresso e uscita cavi filettate per l'intercambiabilità di canotti a saldatura, normali, tappi, pressacavi
- ponticelli con molle multiple stampate, ribadite e saldate;
- morsetto di terra
- morsettiere in materiale sintetico antigroscopico adatto alle alte frequenze;
- per cassetta FS 3/10 numero massimo di coppie sezionate 10, numero massimo di coppie terminate 20;
- per cassetta FS 3/20 numero massimo di coppie sezionate 20, numero massimo di coppie terminate 40;
- per cassetta FS 3/30 numero massimo di coppie sezionate 30, numero massimo di coppie terminate 60.

Le cassette saranno comprensive di pressacavi, di ponticelli di continuità e di struttura di supporto per fissaggio a parete.

5.4.2. Testa terminale TT 3/20 – 3/40

Testa terminale per cavo di segnale a coppie e/o quarte con sezionamento mediante ponticelli.

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- struttura in silumin verniciato a forno
- bussole in ottone
- viteria e morsetti in ottone nichelato
- ponticelli con molle stampate ribadite e saldate
- guarnizioni in neoprene
- passo ponticelli 13 mm
- per testa TT 3/20 numero massimo di coppie sezionate 20, numero massimo di coppie terminate 40;
- per testa TT 3/40 numero massimo di coppie sezionate 40, numero massimo di coppie terminate 80;
- dimensioni testa TT 3/20 – 380x290x230 mm (LxHxP)
- dimensioni testa TT 3/40 – 380x505x230 mm (LxHxP)

Le cassette saranno comprensive di pressacavi, di ponticelli di continuità e di struttura di supporto per fissaggio a parete.

5.4.3. Impianti di terra

Sarà cura dell'Impresa la verifica del valore della resistenza di terra, in accordo agli elaborati grafici, conformemente alle norme CEI vigenti.

Particolare cura dovrà essere posta alla messa a terra dei cavi evitando la creazione di loop di massa.

5.4.4. Esecuzione delle lavorazioni

Le modalità esecutive delle lavorazioni andranno preventivamente concordate con la Direzione Lavori della Società.

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti in deviazione di corsia; eventuali deviazioni di carreggiata, limitate al minimo indispensabile, verranno concordate con la Direzione Lavori.

L'Impresa prima di procedere con qualsiasi installazione e/o fornitura, anche non propria, dovrà verificarne la compatibilità con gli impianti esistenti.

Per tutte le nuove lavorazioni sull'impianto SOS si intendono compresi le attività di:

- Realizzazione delle opere civili di scavo, di pozzetti e cavidotti, delle opere di ripristino, delle opere complementari civili, dei manufatti di supporto di quant'altro necessario;
- Fornitura in opera dei cavi necessari al collegamento di ogni postazione SOS;
- Fornitura in opera di materiali per la realizzazione di prolungamenti dei cavi esistenti;
- Equipaggiamenti ed adeguamenti dei cavi dorsali in rame per renderli funzionali alle variate necessità impiantistiche (tramite modifiche dei giunti e delle terminazioni esistenti, realizzazione di nuove estrazioni, posa di nuove terminazioni FS, etc.) compreso la fornitura di tutti i materiali.

5.4.5. Relazione tecnica dell'Impresa

Allegata all'offerta l'Impresa dovrà consegnare una relazione tecnica contenente le seguenti sezioni:

- modalità di installazione;
- programma a barre dei lavori (riferito alla consegna lavori);
- schede tecniche dei principali materiali ed in particolare dei cavi e dei giunti che verranno utilizzati
- certificazione ISO dell'Impresa fornitrice dei cavi e dei giunti;
- certificazione ISO dell'Impresa installatrice;
- documentazione dell'Impresa partecipante alla gara da cui desumere il numero di dipendenti, referenze dell'Impresa esecutrice dei lavori ovvero certificazione dei lavori, forniture e manutenzioni effettuate nell'ultimo triennio dalla data di pubblicazione del bando di gara nel campo autostradale.

6. NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI

La manodopera sarà valutata ad ore e gli arrotondamenti in eccesso o in difetto alle mezze ore.

Il noleggio di impianti e attrezzature fisse sarà valutato a giornata, mentre il noleggio di apparecchiature e mezzi d'opera mobili, compreso i mezzi di trasporto, sarà valutato per il tempo effettivamente messo in funzione ed operante, ed il prezzo comprenderà anche la remunerazione dell'operatore.

L'Appaltatore è tenuto ad avvisare la Direzione dei lavori quando, per il progredire dei lavori, non risultino più accertabili le misure delle opere eseguite.

Le singole lavorazioni verranno misurate utilizzando le unità di misura definite nell'Elenco Descrittivo delle Voci ovvero nell'Elenco Prezzi Unitari.

I lavori previsti nel progetto allegato al presente contratto saranno valutati con i prezzi di contratto.

Eventuali varianti, anche per le opere a corpo, saranno valutate a misura utilizzando i prezzi unitari di contratto, se esistenti, oppure tramite la formazione di nuovi prezzi a norma dell'articolo 163 del DPR 207/2010.

L'Impresa, prima dell'inizio di eventuali lavori in economia, dovrà presentare alla DL l'elenco degli operai utilizzati e le relative qualifiche che dovranno a richiesta essere attestate da documenti rilasciati da istituti autorizzati.

Alla fine di ogni giornata lavorativa l'Appaltatore é tenuto a presentare alla DL il rendiconto ove siano indicati gli operai, i lavori eseguiti le macchine utilizzate ed il numero di ore impiegate.

Per la manodopera (se non espressamente indicata in fase di offerta), eventuali materiali, noli o altre somministrazioni in economia si farà riferimento, ove possibile ai prezzi della C.C.I.A.A. in vigore alla data dell'offerta soggetti a tutte le condizioni contrattuali.

7. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI

Qualora comprese tra gli oneri dell'Appaltatore e/o nelle voci di elenco prezzi e/o nel computo metrico, le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti comprendono le seguenti prestazioni:

- Scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti
- Apertura e chiusura di tracce (fondo grezzo realizzato in calcestruzzo tale da garantire uno spessore massimo per il ripristino al fino di 2 mm), predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato (eventuali interventi su strutture portanti dovranno essere preventivamente concordate ed autorizzate dalla DL).
- Muratura di scatole, cassette, sportelli ecc.
- Chiusura di tracce/fori/scatole derivate dalla demolizione di impianti esistenti
- Fori passanti e fori per ricavo di nicchie e sottopassi su qualsiasi tipo di muratura (mattoni, sasso, cartongesso, cls, legno, etc.) e/o pavimentazione e/o solai, compreso eventuale taglio di reti metalliche
- Smantellamento/spostamento/taglio/demolizione di controsoffitti a pannelli e/o doghe
- Finiture a mano
- Stuccature
- Opere murarie particolari, rese necessarie per la posa delle tubazioni e/o cassette su pareti e/o pavimenti durante l'esecuzione delle stesse, come pure per la predisposizione dei locali, dei passaggi, e di quanto altro necessario per il successivo posizionamento delle macchine e/o attrezzature specifiche, previste per il completamento degli impianti e/o di fornitura di terzi e/o dell'amministrazione appaltante
- Fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti
- Formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie
- Manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni
- I materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra
- Il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni
- Scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate
- Ponteggi ed apprestamenti di servizio e/o di sicurezza interni ed esterni
- Ripristino di compartimentazioni con chiusura di fori di passaggio, di canalizzazioni e/o tubazioni, mediante specifici prodotti quali malte, sacchetti tagliafiamma, "gate" componibili, etc.

8. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE

I materiali e i componenti devono essere della migliore qualità e devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale e dell'insieme degli altri elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Qualora nel corso dei lavori la normativa tecnica fosse oggetto di revisione, l'Impresa è tenuta a darne immediato avviso alla DL e a concordare quindi le eventuali modifiche per l'adeguamento degli impianti alle nuove prescrizioni.

Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE.

Si vieta all'Impresa di eseguire un'opera senza aver precedentemente consegnato alla DL la documentazione del progetto costruttivo ed ottenuto la relativa approvazione formale.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere o comunque prima della relativa contabilizzazione dovranno essere approvati dalla DL/SA.

L'accettazione dei materiali e dei componenti, da parte della DL, è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

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

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

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

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

8.1.CAMPIONI DI MATERIALI E DI TIPOLOGIE ESECUTIVE

Costituisce onere della Ditta presentare, su richiesta della DL o già in sede di gara (se prescritto nel relativo bando), i modelli campione relativi alle principali apparecchiature ritenute significative. Il campione andrà depositato con le modalità e nei luoghi che saranno indicati in corso d'opera.

Ciascun campione dovrà essere dotato di apposita etichetta sulla quale sarà specificato il nome della Ditta ed il codice di EPU al quale il campione corrisponde.

A corredo del campione la Ditta dovrà inoltre fornire i relativi cataloghi e specifiche tecniche, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali dello stesso.

In aggiunta, la Ditta è tenuta all'esecuzione di campionature relative a stanze tipo complete di tutti gli impianti terminali.

8.2.SISTEMA DI GARANZIA DELLA QUALITÀ

Le apparecchiature oggetto di questa specifica dovranno essere costruite applicando un sistema di qualità conforme alle norme UNI EN 9001.

Il Costruttore di ciascuna apparecchiatura dovrà presentare, tramite l'Appaltatore, la certificazione del proprio Sistema Qualità emessa da un Ente riconosciuto.

Su richiesta del Committente, o di suo rappresentante, dovrà essere consultabile il Manuale della Qualità aziendale.

Il Committente si riserva la facoltà di accedere direttamente, o con proprio rappresentante, alle officine del Costruttore in qualsiasi momento del processo di fornitura.

9. VERIFICHE E PROVE

Per ciascuna certificazione di verifica e prova dovranno essere indicati almeno:

- Data e ora
- Operatore/i (con relativa qualifica)
- Condizioni ambientali
- Procedura utilizzata
- Norma tecnica di riferimento
- Strumentazione impiegata (con copia del certificato di taratura)
- Valori misurati (con relativa incertezza)
- Eventuali valori limite ammessi
- Ogni altra indicazione utile (ad esempio una planimetria schematica rappresentativa, rapporti di primo avviamento rilasciati dai costruttori etc...)

9.1. PROVE DI TIPO, DI ACCETTAZIONE E RELATIVE CERTIFICAZIONI

Le apparecchiature elencate nel presente Capitolato dovranno essere sottoposte alle prove di tipo richieste dalla normativa di prodotto.

All'atto della presentazione dei materiali per approvazione, e in ogni caso prima dell'approvazione stessa, l'Appaltatore dovrà dare evidenza dell'avvenuta esecuzione, da parte del Costruttore, delle suddette prove di tipo o speciali su apparecchiature aventi caratteristiche analoghe a quelle oggetto della fornitura.

La ripetizione di alcune di queste prove di tipo sulle apparecchiature in fornitura potrà essere richiesta in opzione e sarà oggetto di accordo specifico con l'Appaltatore.

A titolo d'esempio, sono indicate alcune delle operazioni da eseguire senza con questo escludere l'obbligo della Ditta installatrice di effettuarne altre che si rendessero necessarie.

9.1.1. Cavi Bt

Dovranno essere realizzate le prove di tipo richieste dalle normative di riferimento per i cavi BT, quali ad esempio:

- CEI 20-22 Metodi di prova comuni per cavi in condizione d'incendio
- CEI 20-35/1-2: Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato

Nel caso di cavi bt con caratteristiche di resistenza al fuoco, sono da prevedere prove secondo le norme:

- IEC 60331 "Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity".
- EN 50200 – Method of test for resistance to fire of unprotected small cables for use in emergency circuits
- EN 50362 - Method of test for resistance to fire of larger unprotected power and control cables for use in emergency circuits

Inoltre, nel caso di cavi CPR in rapporto alla necessaria marchiatura CE e della definizione della classe di reazione al fuoco (con relativi Eurocodici) sono da prevedere alcune delle seguenti prove:

- EN 50399 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati
- EN 60332-1-2 Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio – Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata (Parametri CPR: s1 /s2 /s3) e (Parametri CPR: d0 /d1 /d2)
- EN 61034-2 Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni. (Parametri CPR: s1a /s1b)
- EN 60754-2 Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi - Parte 2: Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività (Parametri CPR: a1 /a2 /a3)

9.1.2. Canalizzazioni

Dovranno essere realizzate le prove di tipo richieste dalle normative di riferimento per i canali, quali ad esempio:

- Verifiche del package delle canalette porta-cavi, mensole, profili e piastre di sostegno
- Test di carico canalizzazioni - conformemente alla norma CEI EN 61537 Ed. 2.
- Test di carico sistemi di supporto - conformemente alla norma CEI EN 61537 Ed. 2.
- Verifica ancoraggi

9.1.3. Fibre ottiche

Dovranno essere realizzate le seguenti prove di tipo:

- Prova di percussione: l'energia d'urto che il cavo deve assorbire senza che si producano variazioni permanenti di attenuazione deve essere di almeno 30J; per valori di energia 50J non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif Racc. CCITT G652): 1 campione per lotto
- Prova di schiacciamento: deve essere possibile sottoporre il cavo senza che si verifichino variazioni permanenti di attenuazione, ad un carico di almeno 1200 da N/100 mm; per valori di carico 2300 daN non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif. IEC 794-I): 1 campione per lotto
- Prova di tiro: il cavo, mediante i suoi elementi di trazione centrale e periferico, deve essere sottoposto a trazione con un carico di 50 daN, senza provocare allungamenti elastici delle f.o. superiori allo 0,05% e allungamenti elastici del cavo superiori allo 0,25%: 1 campione per lotto
- Raggio di curvatura: Deve essere possibile curvare il cavo senza che si riscontrino variazioni permanenti di attenuazione fino ad un raggio di curvatura pari a 20 volte il diametro esterno del cavo: 1 campione per lotto
- Prove climatiche: l'attenuazione delle fibre ottiche a -10°C e +40°C verificata mediante OTDR (riflettore ottico), non dovrà discostarsi dai valori misurati a temperatura ambiente, nell'arco delle tolleranze e degli errori dello strumento di misura; nel campo di temperature -20°C - +60°C gli incrementi di attenuazione dovranno comunque risultare inferiori a 0,10 dB/km (rif. Norme IEC): 1 campione per lotto fornito

Nel caso di fibre ottiche con caratteristiche di resistenza al fuoco, sono da prevedere prove secondo al norma IEC 60331-25 "Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 25: Procedures and requirements - Optical fibre cables".

Inoltre, nel caso di cavi CPR in rapporto alla necessarie marchiatura CE e della definizione della classe di reazione al fuoco (con relativi Eurocodici) sono da prevedere alcune delle seguenti prove:

- EN 50399 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati

- EN 60332-1-2 Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio – Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata (Parametri CPR: s1 /s2 /s3) e (Parametri CPR : d0 /d1 /d2)
- EN 61034-2 Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni. (Parametri CPR : s1a /s1b)
- EN 60754-2 Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi - Parte 2: Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività (Parametri CPR : a1 /a2 /a3)

9.2. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

Esse consistono in prove e verifiche eseguite dalla DL in contraddittorio con la Ditta. Esse saranno effettuate durante l'esecuzione dei lavori in cantiere, in officina o eventualmente presso laboratori universitari o appartenenti al sistema SIL.

In particolare saranno oggetto di prove di accettazione in officina (del costruttore o della Ditta) o presso laboratori certificati componenti di impianto “prefabbricati” quali quadri elettrici, trasformatori, gruppi di continuità, gruppi elettrogeni, apparecchi illuminanti, cavi, canalizzazioni, ecc... . Lo scopo delle prove consiste nel verificare che le apparecchiature corrispondano alle prescrizioni tecniche di progetto e/o di contratto.

In cantiere saranno in particolare eseguite le verifiche prescritte dalla normativa tecnica (vedi ad esempio CEI 64-8, CEI 64-14, CEI 99-2) relativamente agli impianti completi o a parte di essi. Tali verifiche dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge ed alla normativa tecnica sia per quanto concerne gli aspetti costruttivi dei materiali sia per le loro modalità di installazione.

L'Appaltatore deve mettere a disposizione della DL sia il personale sia le apparecchiature necessarie per lo svolgimento delle prove.

Gli oneri sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature.

Relativamente a ciascuna prova ed ai relativi risultati l'Appaltatore dovrà compilare regolare verbale su appositi moduli da sottoporre a preventiva approvazione.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute comunque necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative ai materiali impiegati od all'esecuzione, prescriverà con appositi ordini di servizio i lavori che l'impresa dovrà eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche e prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redigerà il certificato di ultimazione dei lavori facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

Le prove che comportino la messa in tensione degli impianti saranno effettuate solo dopo il positivo esito dei controlli preliminari da eseguirsi su tutte le parti di impianto e dopo che siano stati messi in atto tutti gli accorgimenti per garantire la sicurezza di persone e cose.

In caso d'installazione di apparecchiature specifiche (trasformatori, UPS, gruppi elettrogeni, gruppi termici gruppi frigo UTA, ...) la DL lavori si riserva la facoltà di scegliere le prove da effettuare alla presenza di tecnici della Ditta e dell'azienda produttrice del macchinario. Tali prove, qualora richiedano strumentazione e modalità di verifica specifica, saranno eventualmente eseguite presso l'officina del fornitore

A titolo d'esempio, sono indicate alcune delle operazioni da eseguire senza con questo escludere l'obbligo della Ditta installatrice di effettuarne altre che si rendessero necessarie.

9.2.1. Impianti elettrici

Dovranno essere di norma effettuati i seguenti controlli sugli impianti eseguiti:

- Esame a vista comprendente:
 - Verifica qualitativa e quantitativa di conformità con i documenti di progetto ed eventuali varianti

- Verifica dell'idoneità dei componenti all'ambiente di installazione
- Verifica dell'esistenza di adeguate protezioni contro i contatti diretti
- Verifica in merito ai codici colori utilizzati nei conduttori e loro connessioni
- Verifica della marcatura, della etichettatura e delle targhe delle apparecchiature
- Verifica della cartellonistica
- Misura della resistenza di isolamento
- Misura della variazione di tensione da vuoto a carico
- Verifica delle continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali
- Misura della resistenza di terra
- Misura dell'impedenza dell'anello di guasto
- Verifica della sfilabilità dei conduttori
- Controllo del coordinamento e dell'intervento delle protezioni
- Verifica della protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- Prova d'intervento degli interruttori differenziali
- Prova del senso ciclico delle fasi e di polarità
- Controllo dello squilibrio fra le correnti di fase
- Prove funzionali di tutti i componenti dell'impianto ed in particolare per quanto riguarda comandi e sezionamenti di emergenza
- Prove funzionali di tutti i componenti principali (CPS, UPS, gruppi elettrogeni, soccorritori, ecc.)
- Verifica dei dispositivi di controllo isolamento nei locali medici
- Misura della corrente di guasto a terra a valle del trasformatore di isolamento nei locali medici
- Misura della resistenza del collegamento al nodo equipotenziale nei locali medici
- Misura della resistenza verso terra delle parti metalliche nei locali medici
- Misura della resistenza del pavimento conduttore, ove presente, nei locali medici
- Misure di illuminamento secondo le prescrizioni di legge
- Verifiche funzionali degli impianti speciali
- Prove di estrazione dei tasselli di fissaggio degli impianti delle canalizzazioni alla muratura
- Prove di estrazione dei tasselli di fissaggio degli impianti (es. TVcc) alla muratura.

9.2.2. Quadri BT e condotti sbarre

Salvo quanto indicato in documenti specifici, sui quadri elettrici saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione della struttura e degli accessori
- Targa generale del quadro o del condotto sbarre
- Targhettatura dei pannelli di alimentazione e dei servizi, congruenza delle diciture con i documenti di progetto
- Messa a terra del quadro
- Continuità della barra di terra interna al quadro, serraggio dei bulloni relativi, connessioni alla barra di terra, collegamenti di parti fisse e mobili

- Messa a terra dei secondari dei riduttori di misura e dei trasformatori ausiliari (se previsto)
- Messa a terra delle armature e degli schermi di tutti i cavi collegati al quadro
- Corretta esecuzione del collegamento a terra del neutro del trasformatore di alimentazione e della barra di terra del quadro
- Funzionamento dell'eventuale impianto riscaldamento anticondensa, dei relativi organi di protezione e comando e dell'eventuale impianto di illuminazione degli scomparti
- Impianto alimentazione e distribuzione tensioni per servizi ausiliari di comando, controllo e relativi organi di protezione
- Rispondenza delle fasi
- Presenza di polvere o altri materiali estranei all'interno del quadro
- Taratura dei relè di protezione in base ai documenti di progetto
- Rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura
- Serraggio delle bullonature e delle derivazioni
- Meccanismi di inserzione ed estrazione dei complessi estraibili e di tutti i relativi sistemi di blocco, sia meccanici sia a chiave, verificando contemporaneamente lo stato della eventuale lubrificazione e l'allineamento delle relative pinze di contatto
- Tenuta degli sportelli di chiusura in accordo con il grado di protezione richiesto
- Polarità delle connessioni dei secondari dei riduttori, nel caso di collegamento a relè di protezione o misura il cui funzionamento sia legato ad un corretto collegamento delle fasi
- Collegamenti dei cavi di potenza e di comando dal punto di vista elettrico e meccanico, terminazioni ed ancoraggi, contrassegni, qualità e serraggio dei capicorda
- Etichettatura di tutti i componenti dei circuiti interni ed esterni al quadro
- Stato delle connessioni e delle terminazioni dei cavi presso tutti gli organi di comando e supervisione esterni al quadro

Inoltre saranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Misura della resistenza di isolamento della/e linea/e di alimentazione al quadro e dei relativi cavi ausiliari
- Misura della resistenza di isolamento delle barre, inclusa quella del neutro
- Misura della resistenza di isolamento di tutti i circuiti ausiliari
- Misura della resistenza di isolamento degli interruttori di alimentazione
- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando e segnalazione
- Prova dei circuiti di protezione, simulando i relativi interventi
- Controllo del funzionamento (applicando tensione e rilevando i relativi tempi di intervento) di tutti gli eventuali relè a tempo, effettuandone la taratura
- Controllo della rispondenza della sequenza delle fasi nei quadri a sistemi di barre multipli
- Controllo dell'efficienza di tutti i sistemi di segnalazione e misura entrati in servizio

9.2.3.Cavi elettrici di BT

Per i cavi di BT si prevede l'esecuzione di opportune prove di sfilabilità, prendendo in esame un tratto di tubo compreso tra due cassette successive ed estraendo un cavo in esso contenuto. Si controlla quindi che il cavo si sia potuto estrarre

con facilità e che, ad estrazione avvenuta, non si siano prodotti danni al rivestimento protettivo. Per la prova saranno scelti tratti non rettilinei.

Sarà inoltre eseguita la verifica della resistenza di isolamento per i vari circuiti dell'impianto. Tali prove saranno effettuate con tensione di circa 250 V, per verifiche su parti di impianto con tensione nominale inferiore o uguale a 50 V, e con tensione di circa 500 V su parti di impianto con tensione nominale fino a 500 V.

Le verifiche della resistenza di isolamento andranno effettuate:

- Fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse
- Fra ogni conduttore di fase e la terra
- Per tutte le parti di impianto comprese fra due organi di sezionamento successivi, e per quelle poste a valle dell'ultimo organo di sezionamento

9.2.4. Impianti di illuminazione

Salvo quanto indicato in documenti specifici, saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Corretta installazione su ogni apparecchiatura degli organi di serraggio di coperchi e chiusure e degli organi di ancoraggio e/o sospensione
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione
- Qualità delle connessioni elettriche dal punto di vista meccanico ed elettrico.
- Corretta connessione a terra delle apparecchiature
- Perfetto bloccaggio delle connessioni agli apparecchi attuate con presa/spina
- Corretta contrassegnatura dei conduttori
- Corretta siglatura degli apparecchi illuminanti di sicurezza e di segnaletica
- Verifica negli organi di comando unipolari che l'interruzione sia operata sul conduttore di fase
- Taratura degli organi di protezione di ogni circuito in base ai documenti di progetto

Inoltre verranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando ed ausiliari sia locali sia remoti
- Misura del valore della tensione disponibile ai morsetti della lampada più lontana in concomitanza con il valore della tensione di rete
- Controllo nei sistemi di distribuzione polifasi, dell'equilibrio dei carichi sulle fasi a piena potenza ed eventuale correzione in caso di squilibri
- Misura di illuminamento, del fattore di contrasto nei punti caratteristici dei diversi ambienti; le prove saranno eseguite in ore notturne con luxmetro certificato, a circa 0,85 m di altezza (o sul piano di lavoro/compito) in un punto baricentrico e significativo delle aree analizzate, possibilmente non influenzato da altre sorgenti luminose
- Misura di luminanza nelle gallerie, dell'uniformità e del TI; le prove saranno eseguite in ore notturne con luminanzometro e luxmetro certificato, secondo le indicazioni della norma UNI 11095
- Misura di luminanza nelle strade, dell'uniformità e del TI; le prove saranno eseguite in ore notturne con luminanzometro e luxmetro certificato, secondo le indicazioni della norma UNI EN 13201-4

9.2.5. Impianti di terra e di protezione contro i fulmini

Salvo quanto indicato in documenti specifici, saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Corretto collegamento a terra di tutte le masse e masse estranee

- Qualità delle giunzioni o derivazioni dei conduttori di terra
- Qualità delle giunzioni e degli ancoraggi della maglia di captazione e delle calate
- Serraggio della bulloneria in generale
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di eventuali processi di ossidazione
- Uscite dal terreno dei conduttori di terra
- Corretta esecuzione delle protezioni e delle miscele e/o trattamenti anticorrosivi adottati

Inoltre verranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Misura, in almeno tre punti, della resistenza di terra dell'intero sistema di terra completamente connesso da eseguire prima di mettere sotto tensione gli impianti

9.2.6. Gruppi elettrogeni

L'Appaltatore dovrà, prima delle operazioni di montaggio in sito, eseguire a proprio carico e in presenza di un incaricato del Committente il collaudo del gruppo elettrogeno e del quadro elettrico.

Ciò avverrà presso una sala prove dotata della attrezzatura e strumentazione necessaria. La data del collaudo dovrà essere notificata alla DL con un anticipo di almeno trenta giorni.

Le prove di collaudo dovranno consistere in:

- Esame a vista: verifica della corrispondenza del gruppo e dei suoi componenti ai requisiti richiesti, della corrispondenza del quadro e dei suoi componenti agli schemi approvati. Si verificheranno l'assenza di difetti visibili di fabbricazione, l'accuratezza della costruzione, la presenza dei componenti prescritti
- Controllo delle caratteristiche geometriche: verifica della rispondenza rispetto ai disegni consegnati dal costruttore
- Prova di carico: prove eseguite a carico variabile tra 0 e 110 % della potenza nominale a step del 25 % e $\cos\phi = 1$, al fine di valutare che le variazioni in regime statico di tensione e velocità siano contenute entro i limiti prescritti
- Prova del regolatore di tensione in regime statico: prove a $\cos\phi$ 0,8 rit e 1, con corrente variabile da 0 al valore nominale, al fine di valutare che le prestazioni statiche del regolatore di tensione siano contenute entro i limiti prescritti
- Prova del regolatore di velocità in regime dinamico: prova di applicazione del carico da 0 al 110 % della massima potenza attiva in servizio continuo, a $\cos\phi = 1$, tramite due gradini successivi del 60 e del 50 % rispettivamente, per la verifica della risposta del regolatore di velocità rispetto ai limiti richiesti. Il gruppo dovrà essere rimasto inattivo per lungo tempo e le scaldiglie dovranno essere inserite
- Prova del regolatore di tensione in regime dinamico: medesima prova di cui al punto precedente, per la verifica del comportamento dinamico del regolatore di tensione rispetto ai limiti richiesti
- Prova di intervento della protezione di sovravelocità: verifica dell'intervento della protezione di sovravelocità ad un valore compreso tra il 115 e il 120% della velocità nominale
- Controllo della temperatura acqua e olio e della pressione olio del motore diesel: verifica rispetto ai valori dichiarati dal Costruttore. Prova da ripetersi dopo un'ora di funzionamento a regime del gruppo
- Controllo consumo orario: verifica rispetto ai valori dichiarati dal Costruttore, con tolleranza massima ammissibile del + 5%
- Prova di isolamento: prova da effettuarsi su tutti i circuiti elettrici collegati alle morsettiere applicando tra questi e massa e fra circuiti separati galvanicamente una tensione a frequenza industriale per 1 minuto di valore pari a 2000 V per i circuiti dell'alternatore, dei TA e del quadro alimentati a 48Vcc e 1000

V per i circuiti alimentati a 24V. Deve essere inoltre misurata una resistenza di isolamento ≥ 1000 MOhm, a temperatura ambiente

- Rilievo del contenuto armonico delle tensioni concatenate: deve essere rilevato il contenuto percentuale delle singole armoniche fino all'ordine 17, sulle tensioni concatenate, a carico variabile tra 0 e 110 % della potenza nominale a step del 25 % e $\cos\phi = 1$
- Misura delle vibrazioni sul basamento
- Prova dei componenti del circuito ad aria compressa: verifica del corretto funzionamento di tutti gli organi di controllo e di sicurezza e della capacità di ogni compressore di portare il relativo serbatoio alla pressione di esercizio, partendo dalla pressione ambiente, in tempo inferiore a 1 ora. Tutto il circuito verrà infine tenuto per 24 ore ad una pressione superiore del 30% al valore della pressione nominale
- Prova dei dispositivi di avviamento, arresto e controllo del gruppo: verranno eseguite le seguenti prove:
 - Avviamento - arresto manuale
 - Avviamento - arresto automatico
 - Misura, protezione e segnalazione
 - Inserzione preriscaldamento
 - Carica batteria
 - Parallelo manuale
 - Parallelo automatico
 - Funzionamento in prova
 - Arresto di emergenza
 - Verifica della capacità della batteria di consentire n. 10 avviamenti consecutivi

Le prove di misura delle vibrazioni e la prova sui dispositivi di avviamento, arresto e controllo del gruppo dovranno essere nuovamente effettuate ad apparecchiatura installata in sito.

Al termine del collaudo in sala prove, l'Appaltatore dovrà presentare i bollettini di collaudo dell'alternatore e del motore Diesel.

9.2.7. Impianti fotovoltaici

Durante l'esecuzione e/o alla fine dei lavori la DL si riserva di effettuare, o far effettuare all'Appaltatore, alcune prove e visite, in officina e in cantiere, come di seguito descritto a titolo esemplificativo.

- PROVE presso Istituti o Enti riconosciuti (a discrezione della DL), anche su apparecchiature già munite di certificazione, quali moduli fotovoltaici e inverter; ad es. prove a campione riguardanti la conformità normativa delle apparecchiature fornite, nonché la conformità ad altre eventuali specifiche contrattuali o tecniche, anche dichiarate nella documentazione a corredo delle apparecchiature
- PROVE in cantiere sugli impianti eseguiti:
 - Esami a vista circa lo stato e l'integrità dei diversi componenti di impianto
 - Corretta connessione elettrica dei diversi componenti del sistema: mediante verifica della continuità elettrica tra i vari punti dei circuiti di stringa e fra l'eventuale parallelo delle stringhe e l'ingresso del gruppo di condizionamento e controllo della potenza
 - Corretta connessione a terra di masse, masse estranee e scaricatori di sovratensione: mediante accertamento della continuità elettrica dell'impianto di terra, a partire dal dispersore fino alle masse, masse estranee e scaricatori collegati
 - Misure della resistenza di isolamento dei diversi circuiti, con particolare riferimento a quelli in corrente continua: lo scopo è quello di accertare che la resistenza di isolamento dell'impianto sia adeguata ai valori prescritti dalla norma CEI 64-8/6; la misura deve essere eseguita tra ogni conduttore attivo, oppure ciascun gruppo completo di conduttori attivi, e l'impianto di terra; le misure devono essere eseguite in c.c. mediante strumenti di prova in grado di fornire le tensioni previste (ad es. 500 Vcc) con un carico di 1 mA

- Prove funzionali dei sistemi di conversione statica con riferimento al manuale di uso e manutenzione degli stessi
 - Verifiche funzionali del sistema di controllo e supervisione dell'impianto fotovoltaico, anche con riferimento alle prestazioni attese ed alla capacità di comunicazione con altri sistemi della Stazione Appaltante (ad es. rete dati) secondo le previsioni di progetto
 - Verifica della continuità metallica di tutte le strutture direttamente interessate dall'impianto fotovoltaico, ove essa sia richiesta e/o prescritta
- **PROVE di prestazione elettrica del sistema:**
- Corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.): consiste nel verificare che i dispositivi siano stati installati e regolati in modo appropriato; per la prova di accensione e spegnimento automatico dell'impianto è consigliabile intervenire sui sezionatori di stringa; la verifica che accerti le funzioni di protezione di interfaccia deve almeno provare il loro intervento in caso di mancanza della rete del distributore
 - Misura delle tensioni a vuoto delle diverse stringhe di moduli fotovoltaici
 - Verifica della prestazione della sezione in corrente continua: la potenza resa dal generatore fotovoltaico (P_{cc} , misurata con precisione migliore del 2%) deve restare proporzionale alla sua potenza nominale, in funzione dell'irraggiamento effettivo, almeno quando esso sia maggiore di 600 W/m^2 (in particolare si richiede $P_{cc} > 0,9 * P_{nom} * (I / I_{stc})$; dove: P_{nom} è la potenza nominale del generatore, determinata come somma delle singole potenze dei moduli - I è l'irraggiamento (in W/m^2) misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del 3% - I_{stc} , pari a 1000 W/m^2 , è l'irraggiamento in condizioni standard con temperatura di cella fotovoltaica 25°C e condizioni del cielo $AM=1,5$)
 - Verifica della prestazione della sezione di conversione: il rendimento di conversione da corrente continua a corrente alternata deve essere coerente con le specifiche del complesso di conversione, almeno quando l'irraggiamento effettivo sia maggiore di 600 W/m^2 (in particolare si richiede sia comunque $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$; dove: P_{ca} è la potenza attiva misurata all'uscita del complesso di conversione con precisione migliore del 2%)
 - Verifica della prestazione globale del sistema: il rendimento complessivo di conversione della radiazione solare in energia elettrica deve risultare soddisfacente, almeno quando l'irraggiamento effettivo sia maggiore di 600 W/m^2 (in particolare si richiede $P_{ca} > 0,8 * P_{nom} * (I / I_{stc})$)

Nota: qualora nel corso delle verifiche di prestazione venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli fotovoltaici (misurata sulla faccia posteriore) superiore a 40°C , è ammessa la correzione in temperatura della potenza misurata verificando che sia $P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,05) * P_{nom} * (I / I_{stc})$; dove: P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico, desunte dai fogli dei dati dei moduli, ovvero mediante il ricorso ad una delle espressioni seguenti:

$$a) \quad P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

$$b) \quad P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

dove:

- γ Coefficiente di temperatura di potenza (parametro fornito dal costruttore)
- NOCT Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro fornito dal costruttore)
- T_{amb} Temperatura ambiente (nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio, la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature)
- T_{cel} Temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico (può essere misurata mediante un sensore termoresistivo, PT100, applicato sul retro del modulo)

Il personale e la strumentazione necessari per l'esecuzione delle prove descritte saranno forniti a cura e a spese dell'Appaltatore; gli esiti relativi ai diversi accertamenti dovranno essere documentati formalmente mediante la compilazione di un "Certificato di collaudo" redatto sulla base di modello fornito dalla DL.

9.3.AVVIAMENTO E MESSA A PUNTO DEGLI IMPIANTI

A lavori ultimati avrà inizio un periodo di messa in esercizio e regolazione degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore dovrà provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto delle installazioni. Durante tali prove gli impianti saranno gestiti dal personale

dell'Appaltatore che dovrà assicurare la necessaria manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali e prodotti di consumo. Nello stesso periodo, per richiesta della Committente, il personale dell'Appaltatore potrà essere affiancato da personale della Committente che dovrà essere istruito alla gestione degli impianti dall'Appaltatore.

Al termine del periodo sopra descritto, su notifica dell'Appaltatore, la Committente predisporrà, nei termini del programma generale, il collaudo provvisorio; esso potrà essere effettuato soltanto se gli impianti saranno ultimati e, a giudizio della DL, in condizioni tali da consentire una completa valutazione delle installazioni.

E' a carico della Ditta installatrice la messa a punto di tutte le apparecchiature di regolazione automatica e di eventuali software di gestione degli impianti, in modo da consegnarle perfettamente funzionanti e rispondenti alle funzioni cui esse sono destinate.

La messa a punto dovrà essere eseguita, prima del collaudo provvisorio da personale specializzato, inviato dalla casa costruttrice della strumentazione, rimanendo però la Ditta installatrice unica responsabile di fronte alla Committente.

Per le operazioni di taratura dovrà essere redatto un verbale: la mancanza di detto verbale comporterà, di fatto, il mancato svincolo della trattenuta di garanzia operata nel corso dei lavori.

In particolare, a fine lavori, la Ditta dovrà consegnare una raccolta con la descrizione dettagliata di tutte le apparecchiature di regolazione, gli schemi funzionali, le istruzioni per la messa a punto e la taratura.

Gli oneri per la messa a punto e taratura dell'impianto di regolazione e per la predisposizione degli schemi e istruzioni s'intendono compresi nei prezzi contrattuali e per questi, non potrà essere richiesto nessun maggior costo.

Si precisa che le indicazioni riguardanti la regolazione fornite dalla Committente possono anche non comprendere tutti i componenti necessari alla realizzazione della regolazione automatica, ma resta però inteso che la Ditta esecutrice, nel rispetto della logica e funzionalità richiesta, deve comprendere nel prezzo della propria offerta e della propria fornitura tutti i componenti, anche se non esplicitamente indicati negli schemi e tavole di progetto, necessari per fornire completa e perfettamente funzionante la regolazione automatica.

Tutte le apparecchiature di regolazione si intendono fornite in opera, e complete, dei collegamenti elettrici necessari al loro funzionamento.

9.4. VERIFICHE E PROVE FINALI

Al termine dei lavori, come tale determinato dalla DL, l'Appaltatore richiederà che sia dato atto dell'avvenuta ultimazione delle opere appaltate; entro trenta giorni naturali da questa data il Direttore dei Lavori procederà, in contraddittorio con l'Appaltatore, alle verifiche e prove finali delle opere compiute. Tali verifiche sono intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali ed il rispetto delle prescrizioni impartite in seguito all'esito delle prove preliminari.

I risultati delle verifiche saranno verbalizzati e saranno evidenziati eventuali difetti di costruzione che l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminare entro un termine da lui ritenuto adeguato.

In sede di verifiche e prove finali, l'Appaltatore dovrà presentare tutta la documentazione tecnica aggiornata al "come costruito", nonché le attestazioni delle avvenute denunce e/o collaudi da parte degli enti aventi giurisdizione.

Il favorevole esito delle verifiche e prove finali costituirà soltanto la prova della generica buona esecuzione o del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte dal Capitolato, né della perfetta esecuzione e/o del regolare ed ineccepibile funzionamento.

Se i risultati saranno positivi, salvo aspetti di dettaglio secondari e non funzionali, verrà rilasciato il certificato di ultimazione dei lavori nel quale, eventualmente, si potranno prescrivere piccole lavorazioni ancora mancanti definendone anche i tempi di effettuazione.

Le verifiche finali si possono suddividere in due parti:

- **Esami a vista:** avvalendosi della documentazione "come costruito" accertano che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza
- **Prove e misure:** accertano la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore

Tali verifiche e prove saranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dall'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di contratto.

Si intende che nonostante l'esito favorevole delle prove, l'Appaltatore resta responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino al collaudo definitivo e fino alla scadenza dei termini di garanzia.

9.4.1. Collaudo prestazionale impianti fotovoltaici

Il Collaudo Prestazionale degli impianti fotovoltaici, volto a verificare il rendimento energetico degli impianti e la sua sostenibilità nel tempo, sarà effettuato in un arco temporale di almeno 180 giorni, e sarà eseguito mediante il monitoraggio continuo dei dati di produzione in un numero di giornate scelte a discrezione dal Collaudatore (almeno due per ogni mese del semestre di osservazione).

I criteri e le procedure di collaudo saranno comunque aderenti alle linee guida della norma CEI EN 61724.

Sarà verificato che il rendimento energetico dell'impianto, compatibilmente con le condizioni di irraggiamento rilevate nel corso di ciascuna giornata di collaudo, non sia inferiore al 95% del rendimento teorico calcolato come segue:

1. Ogni 5 minuti, dall'alba al tramonto, sono rilevate le condizioni di irraggiamento totale e diretto con piranometro e piroeliometro (di classe 2 o superiore);
2. Per ognuno degli intervalli di rilevamento si calcola l'energia incidente sulla superficie dei moduli; tale energia è pari alla componente diffusa sommata alla componente diretta moltiplicata per il coseno dell'angolo formato tra la normale alla superficie dei moduli e la radiazione solare, nell'intervallo di campionamento (sono esclusi gli intervalli temporali in cui è l'irraggiamento risulti inferiore a 100 W/m^2);
3. Si calcola l'integrale dell'energia incidente sui moduli nell'intera giornata;
4. L'energia incidente così calcolata si moltiplica per l'efficienza teorica dei moduli e il risultato si riduce del 25%;
5. Si moltiplica il risultato del precedente punto per la superficie totale dei moduli, ottenendo il rendimento teorico del generatore.

9.5. COLLAUDO FINALE

Nei termini previsti dal Capitolato Speciale "Prescrizioni generali" saranno effettuati i collaudi finali, che dovranno certificare la perfetta rispondenza delle opere e delle installazioni alle richieste contrattuali.

A tal fine la Committente nominerà uno o più Collaudatori, di norma professionisti diversi sia dal Progettista, sia dal Direttore dei Lavori ed esperti nello specifico settore dei lavori commessi ad ogni Appaltatore e ne comunicherà il nominativo alle controparti. Qualora qualche esame, o prova, non desse risultato soddisfacente a giudizio del Collaudatore, l'Appaltatore dovrà provvedere, entro 30 giorni naturali o nel periodo che sarà concordato, a tutte le modifiche e sostituzioni necessarie per superare il collaudo e ciò senza alcuna remunerazione.

Se i risultati ottenuti non fossero ancora accettabili, la Committente potrà rifiutare le opere o gli impianti, in parte o nella loro totalità.

L'Appaltatore dovrà allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti dal Collaudatore, alle rimozioni e sostituzioni delle opere e dei materiali non accettati per ottenere i risultati richiesti.

La Committente provvederà direttamente ad effettuare i lavori, qualora questo periodo trascorresse infruttuosamente, addebitandone i costi all'Appaltatore.

Sino al collaudo finale delle opere e degli impianti da parte della Committente, l'Appaltatore curerà ed effettuerà la gratuita manutenzione delle proprie opere o impianti anche nel caso in cui la loro conduzione sia affidata a personale incaricato dalla Committente, che dovrà in ogni caso essere informata delle eventuali modifiche o sostituzioni realizzate.

La Committente si riserva il diritto di prendere in consegna anche parzialmente alcune parti delle opere o degli impianti, senza che l'Appaltatore possa pretendere maggiori compensi.

Il collaudo finale non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità sia di legge sia di garanzia

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e diverrà definitivo dopo due anni. A partire dalla data di emissione del certificato, l'opera si intende consegnata.

10. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI

Per quanto concerne le caratteristiche tecniche e prestazionali di dettaglio dei vari componenti e dei vari impianti previsti per la realizzazione delle opere oggetto del presente progetto si rinvia per semplicità all'Elenco Descrittivo delle Voci.

PRESCRIZIONI TECNICHE IMPIANTI MECCANICI

1. PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto illuminotecnico definitivo del Nuovo Svincolo di VADO LIGURE dell'Autostrada A10

- Il documento intende evidenziare i seguenti contenuti:
- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento illuminotecnico degli impianti
- i dati tecnici di ingresso per il progetto
- la procedura di calcolo seguita
- risultati dei calcoli

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti della strada. Il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli è costituito dalla percezione di ostacoli potenzialmente pericolosi, nelle condizioni ambientali e di traffico esistenti e, in tempo utile, decidere ed effettuare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

Le soluzioni progettuali adottate inoltre tengono in considerazione l'esigenza di contenere i consumi energetici, gli oneri di manutenzione e l'inquinamento luminoso verso l'alto.

La presente relazione riguarda unicamente il progetto illuminotecnico; linee elettriche, quadri e sostegni sono esclusi dal presente lavoro.

2. INTRODUZIONE

Il presente documento intende definire le prescrizioni esecutive e prestazionali delle opere a base d'appalto e costituisce un'integrazione degli aspetti non espressamente definiti dagli altri elaborati di progetto (relazioni ed elaborati grafici).

Per la descrizione tecnica dettagliata delle opere previste e per l'elenco della normativa di riferimento si rinvia alla relazione tecnica specialistica ed agli elaborati grafici facenti parte del progetto degli impianti meccanici.

Saranno invece oggetto del presente documento aspetti di carattere tecnico inerenti a:

- Modalità esecutive delle lavorazioni
- Norme di misurazione dei lavori
- Criteri di accettazione dei materiali
- Verifiche e prove
- Specifiche prestazionali dei componenti

Le prescrizioni che seguono hanno carattere generale e pertanto esse possono talvolta comprendere apparecchiature e materiali non previsti nel presente appalto. Esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

Nel caso vengano richieste caratteristiche diverse da quelle indicate in questo documento esse verranno chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

In caso di discrepanza o contrasto tra i vari elaborati facenti parte del progetto, si stabilisce sin d'ora la seguente graduatoria di priorità:

7. Bando di gara
8. Contratto
9. Elenco Descrittivo delle Voci
10. CSA
11. Relazioni generali e/o tecniche
12. Tavole grafiche

In ogni caso gli elaborati a carattere specifico prevalgono su quelli a carattere generale.

Resta inteso che l'Appalto comprende la fornitura, la posa in opera la messa in servizio, le prove e collaudi funzionali di tutti i componenti necessari per ottenere un impianto, a regola d'arte, completo e perfettamente funzionante. La realizzazione delle opere di cui trattasi dovrà essere completata dall'Appaltatore nei tempi definiti dal cronoprogramma allegato e con modalità rispondenti alla normativa tecnica ed alle specifiche indicate nel presente documento e negli altri elaborati di progetto facenti parte integrante del contratto.

Ovviamente, se nel corso dei lavori fosse emanata una nuova norma attinente i lavori stessi, la Ditta dovrà segnalarla alla DL e concordare con la stessa le eventuali modifiche per rispondere alle nuove prescrizioni.

3. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito verranno impiegati i termini “Amministrazione Appaltante”, “Stazione Appaltante (SA)” e “Committente”: essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il COMMITTENTE dell’Opera.

Inoltre verranno utilizzati i termini “Impresa”, “Consorzio di Imprese”, “Associazione temporanea di Imprese (ATI)”, “Ditta”, “Appaltatore”, “Esecutore”: anch’essi si devono ritenere sinonimi e indicano il soggetto APPALTATORE dell’opera.

Infine, per comodità, vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- AD- Azienda distributrice di energia elettrica, e/o di gas, e/o di acqua
- BT o bt - Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.”: nel caso specifico sta per 400/230V
- CCIAA- Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
- CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA - Capitolato Speciale di Appalto
- DL - Direzione dei Lavori, generale o specifica
- ENEL- Ente Nazionale per l’Energia Elettrica (utilizzato anche come sinonimo di Enel Distribuzione SpA)
- IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- MT- Simbolo generico di “Sistema di media tensione in c.a.”: nel caso specifico sta per 20kV
- PU - Prezzo Unitario
- SA - Stazione Appaltante
- SIL- Sistema Italiano Laboratori di prova
- UNEL - Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI- Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- VVF - Vigili del Fuoco

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

4. RISPETTO DELLA NORMATIVA VIGENTE

Tubazioni e raccordi per impianti di riscaldamento e di adduzione idrica

- UNI EN 10224:2006 – Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10255:2007 – Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura

Impianti di riscaldamento

- UNI 5364:1976 – Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.
- UNI 9019:2013 – Sistemi di contabilizzazione indiretta basati sul totalizzatore di zona termica e/o unità immobiliare per il calcolo dell'energia termica utile tramite i tempi di inserzione del corpo scaldante compensati dai gradi-giorno dell'unità immobiliare
- UNI 9511-1:1989, - Disegni tecnici - Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.
- UNI 9511-2:1989, - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria.
- UNI 9511-3:1989, - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica.
- UNI 9511-4:1989, - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione.
- UNI 9511-5:1989, - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.
- UNI 10200:2013 – Impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria - Criteri di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale ed acqua calda sanitaria
- UNI 10389-1:2009 – Generatori di calore - Analisi dei prodotti della combustione e misurazione in opera del rendimento di combustione - Parte 1: Generatori di calore a combustibile liquido e/o gassoso
- UNI 10412-1:2006 – Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici
- UNI 10412-2:2009 – Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW
- UNI 10435:1995 – Impianti di combustione, alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione
- UNI EN 442-1:2004 – Radiatori e convettori - Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti
- UNI EN 442-2:2004 – Radiatori e convettori - Parte 2: Metodi di prova e valutazione
- UNI EN 442-3:2004 – Radiatori e convettori - Parte 3: Valutazione della conformità
- UNI EN 625:1996 – Caldaie a gas per riscaldamento centrale. Prescrizioni specifiche per la funzione acqua calda sanitaria delle caldaie combinate con portata termica nominale non maggiore di 70 kW
- UNI EN 832:2001 - Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali

- UNI EN 834:1997 – Ripartitori dei costi di riscaldamento per la determinazione del consumo dei radiatori. Apparecchiature ad alimentazione elettrica
- UNI EN 835:1998 – Ripartitori dei costi di riscaldamento per la determinazione del consumo dei radiatori – Apparecchiature basate sul principio d'evaporazione, senza l'ausilio d'energia elettrica
- UNI EN 1151-1:2006 – Pompe - Pompe rotodinamiche - Pompe di circolazione di potenza assorbita non maggiore di 200 W per impianti di riscaldamento e impianti di acqua calda sanitaria per uso domestico - Parte 1: Pompe di circolazione non automatiche, requisiti, prove e marcatura
- UNI EN 12098-1:2019 – Prestazione energetica degli edifici - Regolazioni per impianti di riscaldamento - Parte 1: Dispositivi di regolazione per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda - Moduli M3-5, 6, 7, 8
- UNI EN 12098-3:2019 – Prestazione energetica degli edifici - Regolazioni per impianti di riscaldamento - Parte 3: Dispositivi di regolazione per gli impianti di riscaldamento elettrici - Moduli M3-5, 6, 7, 8
- UNI EN 12098-5:2019 – Prestazione energetica degli edifici - Regolazioni per impianti di riscaldamento - Parte 5: Programmatori delle fasi di avvio-interruzione degli impianti di riscaldamento - Moduli M3-5, 6, 7, 8
- UNI EN ISO 6946:2008 – Componenti ed elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmittanza lineica. Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 15758:2016 - Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali - Calcolo della diffusione del vapore acqueo - Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde
- UNI EN ISO 10077-1:2007 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato
- UNI EN ISO 14683:2018 – Ponti termici in edilizia. Coefficiente di trasmissione termica lineica. Metodi semplificati e valori di riferimento
- UNI/TS 11300-1:2014 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- UNI/TS 11300-2:2019 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
- UNI/TS 11300-3:2010 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- UNI/TS 11300-4:2016 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI/TS 11300-5:2016 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
- UNI EN 15316-2-3 - Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti
- UNI EN 15316-4-8 - Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti
- UNI EN 15316-4-7 - Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-7: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi di combustione a biomassa
- UNI EN 15316-4-2 - Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-2: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, pompe di calore

- UNI EN 15316-4-1 - Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-1: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi a combustione (caldaie)

Impianti di ventilazione e condizionamento

- UNI 8199:2016 – Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione
- UNI 10339:1995 – Impianti aeraulici al fine di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura. (applicabile per ambienti residenziali)
- UNI 10349-1-2-3:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
- UNI EN 378-1:2017 – Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione
- UNI EN 378-2:2017 – Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione
- UNI EN 378-3:2017 – Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 3: Sito di installazione e protezione delle persone
- UNI EN 378-4:2020 – Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 4: Conduzione, manutenzione, riparazione e recupero
- UNI EN ISO 16890-1:2017 – Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 1: Specifiche tecniche, requisiti e sistema di classificazione dell'efficienza basato sul particolato (ePM)
- UNI EN ISO 16890-2:2017 – Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 2: Misurazione dell'efficienza spettrale e della resistenza al flusso d'aria
- UNI EN ISO 16890-3:2017 – Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 3: Determinazione dell'efficienza gravimetrica e della resistenza al flusso d'aria in funzione della quantità di polvere di prova trattenuta
- UNI EN ISO 16890-4:2017 – Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 4: Metodo di condizionamento per determinare l'efficienza spettrale minima di prova
- UNI EN 12237:2004 – Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica
- UNI EN UNI EN 16798-3:2018 – Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4)
- UNI EN 14511-1:2018 – Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico - Parte 1: Termini e definizioni
- UNI EN 14511-2:2018 – Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico - Parte 2: Condizioni di prova
- UNI EN 14511-3:2018 – Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico - Parte 3: Metodi di prova
- UNI EN 14511-4:2018 – Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico - Parte 4: Requisiti
- UNI EN ISO 11820:1999 – Acustica – Misurazioni su silenziatori in sito

- UNI EN 12097:2007 – Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte
- UNI EN 12102-1:2018 – Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore, raffreddatori di processo e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Determinazione del livello di potenza sonora - Parte 1: Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore per il riscaldamento e il raffreddamento degli ambienti, deumidificatori e refrigeratori di processo
- UNI EN 12102-2:2019 – Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore, raffreddatori di processo e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Determinazione del livello di potenza sonora - Parte 2: Scaldacqua a pompa di calore

Impianti di adduzione idrica

- UNI 8065:2019 – Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici UNI 9182:2014 – Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione
- UNI 13443-1:2007 – Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici - Filtri meccanici - Parte 1: Dimensioni delle particelle comprese tra 80 µm e 150 µm - Requisiti per le prestazioni, la sicurezza e le prove
- UNI 13443-2:2007 – Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici - Filtri meccanici - Parte 2: Dimensioni delle particelle comprese tra 1 µm e meno di 80 µm - Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova
- UNI EN 200:2008 - Rubinetteria sanitaria - Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali
- UNI EN 246:2004 – Rubinetteria sanitaria - Specifiche generali per i regolatori di getto
- UNI EN 248:2004 – Rubinetteria sanitaria - Specifiche generali per rivestimenti elettrolitici Ni-Cr
- UNI EN 274-1:2004 – Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari - Requisiti
- UNI EN 274-2:2004 – Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari - Metodi di prova
- UNI EN 274-3:2004 – Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari - Controllo qualità
- UNI EN 805:2002 – Approvvigionamento di acqua – Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici
- UNI EN 816:1998 – Rubinetteria sanitaria – Rubinetti a chiusura automatica PN 10
- UNI EN 817:1999 – Rubinetteria sanitaria – Miscelatori meccanici (PN 10) – Specifiche tecniche generali
- UNI EN 1112:2008 – Rubinetteria sanitaria - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali
- UNI EN 1113:2011 – Rubinetteria sanitaria - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali
- UNI EN 12729:2003 – Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A

Impianti di scarico delle acque

- UNI EN 476:2011 – Requisiti generali per componenti utilizzati nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità
- UNI EN 752:2008 – Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici
- UNI EN 476:2011– Requisiti generali per componenti utilizzati nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità

- UNI EN 1091:1998 – Sistemi di scarico a depressione all'esterno degli edifici
- UNI EN 1610:1999 – Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura
- UNI EN 12050-1:2003 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri - Principi per costruzione e prove - Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale
- UNI EN 12050-2:2002 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri - Principi per costruzione e prove - Impianti di sollevamento per acque reflue prive di materiale fecale
- UNI EN 12050-3:2001 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri - Principi per costruzione e prove - Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale ad applicazione limitata
- UNI EN 12050-4:2001 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri - Principi per costruzione e prove - Valvole di non-ritorno per acque reflue prive di materiale fecale e per acque reflue contenenti materiale fecale
- UNI EN 12056-1:2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni
- UNI EN 12056-2:2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo
- UNI EN 12056-4:2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo
- UNI EN 12056-5:2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso
- UNI EN 12109:2002 - Impianti di scarico a depressione all'interno degli edifici
- UNI EN 12889:2002 – Costruzione senza trincea e prove di impianti di raccolta e smaltimento liquami

Acque meteoriche

- UNI EN 612:2005 – Canali di gronda con nervatura irrigidente frontale e pluviali giuntati a freddo di lamiera metallica
- UNI EN 12056-3:2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo

Impianti antincendio

- UNI 804 – Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili
- UNI 810 – Apparecchiature per estinzione incendi. Attacchi a vite
- UNI 811 – Apparecchiature per estinzione incendi. Attacchi a madre vite
- UNI 814 – Apparecchiature per estinzione incendi. Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.
- UNI 9487 – Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1,2 MPa
- UNI 9994 – Apparecchiature per estinzione incendi - Estintori di incendio - Manutenzione
- UNI 10779 – Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI 11292 – Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – Caratteristiche costruttive e funzionali
- UNI EN 3-varie – Estintori d'incendio portatili

- UNI EN 54- varie - Sistemi di rivelazione e segnalazione d'incendio
- UNI EN 615 – Protezione contro l'incendio - Agenti estinguenti - Specifiche per le polveri (diverse dalle polveri di classe D)
- UNI EN 671-1 – Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide
- UNI EN 671-2 – Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili
- UNI EN 671-3 – Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 3: Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide e idranti a muro con tubazioni flessibili
- UNI EN 694 – Tubazioni antincendio - Tubazioni semirigide per sistemi fissi
- UNI EN 1568-3 – Mezzi di estinzione incendi - Liquidi schiumogeni concentrati - Specifiche per liquidi schiumogeni concentrati a bassa espansione per applicazione superficiale su liquidi immiscibili con acqua
- UNI EN 1866-1 – Estintori d'incendio carrellati - Parte 1: Caratteristiche, prestazioni e metodi di prova
- UNI EN 14339 – Idranti antincendio sottosuolo
- UNI EN 14384 – Idranti antincendio a colonna soprasuolo
- UNI EN 14540 – Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi

Altre norme

In caso di mancanza o incompletezza delle norme nazionali si dovrà fare riferimento alle seguenti norme internazionali:

- A.S.H.R.A.E. (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.) - U.S.A.
- D.I.N. (Deutsche Industrie Normen) – Germany
- I.S.O. (International Standards Organization) – England
- B.S.I. (British Standards Institution) – England
- A.S.A. (Acoustical Society of America) - U.S.A.
- A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials) - U.S.A.
- N.F.P.A. (National Fire Protection Association) - U.S.A.

5. MODALITÀ ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI

5.1. PREMESSA

Di seguito sono descritti i materiali e gli elementi tecnici previsti nella esecuzione delle opere progettate.

Il capitolato precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il capitolato contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

Forniture minori e di completamento quali bulloneria, viteria e minuteria metallica di uso comune non saranno trattate compiutamente in quanto ininfluenti al fine della definizione del costo dell'opera e del relativo livello di prestazione.

Le tubazioni per le acque destinate ad uso umano devono essere conformi al DM 174/2004.

Non tutti i componenti e/o le apparecchiature descritte nel presente documento fanno parte degli impianti descritti nel progetto e ciò perché alcune descrizioni si ritengono possano servire per eventuali opere in variante.

Nel caso vengano richieste caratteristiche diverse da quelle indicate in questo documento, esse saranno chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

Tutti gli impianti forniti dovranno essere funzionali e funzionanti e quindi comprensivi di tutti gli oneri previsti o prevedibili, anche se non espressamente indicati, necessari all'impianto in opera funzionante a perfetta regola d'arte.

Gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente capitolato, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Tutto quanto sopra sarà ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

5.2. NOTE GENERALI

Di seguito sono riportate alcune note di chiarimento in merito all'impiego dei materiali di seguito descritti.

5.2.1. Conversione pollici – Millimetri per tubazioni e valvole

Per la conversione dimensionale tra unità di misura “pollici” e “millimetri” si può fare riferimento alla seguente tabella.

Diametro (DN)	Diametro
8	1/4"
10	3/8"
15	1/2"
20	3/4"
25	1"
32	1"1/4
40	1"1/2
50	2"
65	2"1/2
80	3"
100	4"
125	5"
150	6"
200	8"
250	10"
300	12"

5.2.2. Efficienza motori elettrici

I motori asincroni trifasi a gabbia di scoiattolo della potenza compresa tra 1,1 e 90 kW, alimentati a 400V/50Hz, devono essere classificati in base al rendimento secondo norma EN 60034. Dovranno essere utilizzati motori con classe di efficienza 2 (eff2) se il funzionamento previsto è compreso tra le 2000 e 4000 h/anno; di efficienza 1 (eff1) se maggiore alle 4000 h/anno.

5.3. TUBAZIONI

5.3.1. Tubi in acciaio nero

Campo d'Impiego: fluidi a bassa temperatura: tubazioni di distribuzione fluidi caldi, sino a 110°C, e freddi.

Per diametri da 1/2" sino a DN 150

Tubi di acciaio non legato senza saldatura adatti alla saldatura e alla filettatura secondo norme UNI EN 10255 per pressione di esercizio fino a 1 MPa (10 bar).

Diametro nominale	Diametro esterno (mm)	Diametro interno (mm)	Peso (kg/m)
1/2"	21,3	16,7	1,08
3/4"	26,9	22,3	1,40
1"	33,7	27,9	2,20
1"1/4	42,4	36,6	2,82
1"1/2	48,3	42,5	3,25
2"	60,3	53,9	4,51
DN 65 (2"1/2)	76,1	69,7	5,75
DN 80 (3")	88,9	82,5	6,76
DN 100 (4")	114,3	107,1	9,83
DN 125 (5")	139,7	130,7	15,00
DN 150 (6")	165,1	156,1	17,80

Per diametri da DN 200 (8") sino a DN 400 (16")

Tubi di acciaio non legato senza saldatura secondo norme UNI EN 10224 per pressione di esercizio fino a 1 MPa (10 bar):

Diametro nominale	Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Peso (kg/m)
DN 200 (8")	219,1	207,9	31,00
DN 250 (10")	273,0	260,4	41,60
DN 300 (12")	323,9	309,7	55,60
DN 350 (14")	355,6	339,6	68,30
DN 400 (16")	406,4	388,8	85,90

Le flange saranno del tipo a saldare di testa UNI EN 1092 e seguenti secondo la pressione nominale d'esercizio.

Le flange cieche saranno rispondenti alla norma UNI EN 1092.

La raccorderia filettata sarà a norma UNI EN 10241; quella a saldare in testa sarà a norma UNI EN 10253-1 adatta alla saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a V. Altra raccorderia o alternative sarà a norma UNI EN 10224.

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°.

Le curve saranno in acciaio stampato a raggio stretto senza saldatura per i diametri oltre DN 20. E' ammesso piegare direttamente il tubo (con piegatubi idraulico o meccanico) solo per i diametri fino a 1"¼ massimo compreso, il tubo piegato non dovrà presentare corrugamenti o stiramenti altrimenti non sarà accettato. Non saranno in alcun modo ammesse curve a spicchi od a pizzicotti.

Per collegamenti che debbano essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni - serbatoi o valvole di regolazione - tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi (con tenuta realizzata mediante guarnizione OR. o metodo analogo) o giunti a flange.

Tutte le tubazioni nere saranno protette con due mani di antiruggine di colore diverso (ad esempio rosso o giallo). La verniciatura dovrà essere ripresa, dopo avvenuta la posa delle tubazioni, in tutti i punti in cui risulti danneggiata.

Qualora richiesto si useranno tubazioni conformi alle norme UNI sopra richiamate, catramate esternamente ed internamente. La catramatura dovrà essere accuratamente ripresa anche all'interno nelle zone danneggiate dalle saldature.

Le tubazioni da interrare saranno catramate, jutate con catramatura di tipo pesante, e dotate di giunti dielettrici.

5.3.2. Tubi in acciaio zincato

Campo d'Impiego: distribuzione acqua in impianti idrici sanitari, gas combustibili, antincendio.

Per diametri da 1/2" fino a DN100

Tubi in acciaio senza saldatura, serie gas normale secondo UNI EN 10255 serie media e zincato a caldo secondo norme UNI EN ISO 1460 (metodo Aupperle).

Diametro	Diametro esterno max (mm)	Diametro esterno min (mm)	Spessore (mm)	Peso tubo e manicotto (kg/m)
½"	21,7	21,0	2,35	1.180
¾"	27,1	26,4	2,35	1.500
1"	34,0	33,2	2,90	2.340
1"¼	42,7	41,9	2,90	3.000
1"½	48,6	47,8	2,90	3.450
2"	60,7	59,6	3,25	4.820
DN 65 (2"1/2)	76,3	75,2	3,25	6.170
DN 80 (3")	89,4	87,9	3,65	8.100
DN 100(4")	114,9	113,0	4,05	11.700

Per i diametri superiori le tubazioni saranno in acciaio nero zincato a bagno dopo la lavorazione con giunzioni a flangia saldata e zincate a freddo sulla giunzione.

Per diametri fino a DN 100 si useranno raccordi in ghisa malleabile (zincati) del tipo a vite e manicotto.

La tenuta sarà realizzata con canapa e mastice di manganese, oppure preferibilmente con nastro di PTFE. Per i collegamenti che debbono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni e serbatoi o valvole di regolazione e tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi, con tenuta a guarnizione OR o sistema analogo.

Per diametri superiori si potranno prefabbricare dei tratti mediante giunzioni e raccorderia a saldare (ovviamente prima della zincatura), come descritto riguardo alle tubazioni nere. Le estremità dei tratti così eseguiti verranno flangiati. I vari tratti verranno quindi fatti zincare a bagno internamente ed esternamente. La giunzione fra i vari tratti prefabbricati avverrà per flangiatura, con bulloni pure zincati.

E' assolutamente vietata qualsiasi saldatura su tubazioni zincate.

Se richiesto, le tubazioni zincate saranno del tipo catramato e jutato (la catramatura o jutatura sarà ripresa anche sui raccordi).

In tutti i casi i cambiamenti di direzione, le deviazioni e le riduzioni saranno realizzati con raccordi in ghisa malleabile a cuore bianco zincata.

5.3.3. Tubi in plastica

Per l'uso di tubi in materiale plastico si farà riferimento alla seguente tabella che ne definisce i campi di impiego.

Materiale	Sigla	Riscaldamento	Acqua fredda potabile	Acqua calda sanitaria
Polivinilcloruro	PVC	-	+	-
Polietilene a bassa densità	LDPE, PEBD	+/-	+	-
Polietilene ad alta densità	HDPE, PEHD	-	+	-
Polietilene reticolato	PEX, VPE, XLPE	+	+	+
Polipropilene	PP	+	+	-
Polipropilene copolimerico	PP-COP	+	+	-
Polibutene	PB-1	+	+	+/-

+ impiego normale

+/- impiego limitato

- impiego sconsigliato

5.3.4. Tubi in polivinilcloruro (PVC)

Campo d'Impiego: reti di scarico e ventilazione.

Le tubazioni dovranno essere a norma UNI EN 1329-1.

I giunti dei tubi dovranno essere a bicchiere del tipo scorrevole con giunto incorporato nella barra e guarnizione elastomerica.

Principali tipi di tubazioni in PVC per reti di scarico e ventilazione e loro applicazioni:

- Tipo 300: per temperature dei fluidi convogliati in continuità fino a 50 °C, impiegato per realizzare condotte di ventilazione e per scarico condensa impianti di condizionamento
- Tipo 301: per temperature dei fluidi convogliati in continuità fino a 50 °C, impiegato per realizzare pluviali, scarichi acqua nere e condotte di ventilazione
- Tipo 302: per temperature dei fluidi convogliati in continuità fino a 70 °C (95 °C fino a 1 min), impiegato per realizzare scarichi acque nere

Disponibile nei seguenti diametri: 32, 40, 50, 63, 75, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 200.

5.3.5. Tubi in polietilene alta densità (PEHD)

Campo d'Impiego: reti idrico sanitarie, antincendio (prevalentemente tratti interrati), sonde geotermiche.

Le tubazioni dovranno essere a norma UNI EN 12201 per fluido in pressione tipo 312 (acqua potabile e fluidi alimentari), con PN 6-8-10-12,5-16-25 secondo necessità e/o richieste.

La raccorderia sarà conforme alle Norme UNI EN 12201-3. Essa sarà del tipo a compressione con coni e ghiere filettate in ottone. Questo tipo di giunzione sarà utilizzato per diametri fino a DN 110. Per diametri superiori sia i pezzi speciali

(curve, ecc.) che le giunzioni fra tratti di tubazioni dritti saranno del tipo a saldare; la saldatura dovrà essere del tipo a specchio, eseguita con apposita attrezzatura elettrica seguendo scrupolosamente le istruzioni del costruttore.

Per le diramazioni a T potranno usarsi anche prese a staffa, per qualsiasi diametro della tubazione principale.

Per il collegamento di tubazioni di PEHD a tubazioni metalliche si useranno giunti a vite e manicotto, metallici, quando la tubazione in acciaio sia filettabile e comunque non oltre i 4". Per i diametri superiori si useranno giunzioni a flange (libere o fisse sul tubo di plastica).

Campo d'Impiego: reti di scarico e ventilazione.

Le tubazioni e i raccordi dovranno essere a norma UNI EN 1519-1 per fluidi tipo 302 (temperature dei fluidi convogliati in continuità fino a 95 °C, impiegato per realizzare scarichi acque nere o scarichi di lavatrici, lavastoviglie, grandi cucine, e fluidi aggressivi in campo civile o industriale).

Disponibile nei seguenti diametri: 40, 50, 63, 75, 90, 100, 110, 125, 160, 200, 250, 315.

5.3.6. Tubi multistrato

Campo d'Impiego: distribuzione fluidi caldi e freddi, distribuzione idrico sanitaria.

Tubo multistrato in PE-X/Al/PE-X caratterizzato da uno strato interno di PE-Xb, da uno strato intermedio di Alluminio, saldato longitudinalmente (testa-testa) con tecnologia laser, e da uno strato esterno di PE-Xb.

Gli strati intermedi di collante uniscono in modo omogeneo lo strato di Alluminio agli strati di PE-Xb.

Principali caratteristiche delle tubazioni multistrato:

- Temperatura di esercizio: 0°C ÷ 95°C
- Pressione di esercizio: 10 bar
- Temperatura massima di esercizio per brevi periodi: 110°C
- Coefficiente di dilatazione lineare a 20°C: 2.4 E-5 1/K
- Conducibilità termica del tubo: 0,4 w/mK

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche dimensionali e i pesi associati a ciascuna dimensione di tubo.

Articolo	D est (mm)	D int (mm)	Sp (mm)	Peso (g/m)	Acqua contenuta (l/m)	Raggio min di curvatura (1)
14x2,0	14,0	10,0	2,0	99	0,078	70 (mm)
16x2,0	16,0	12,0	2,0	115	0,113	80 (mm)
18x2,0	18,0	14,0	2,0	132	0,154	90 (mm)
20x2,0	20,0	16,0	2,0	148	0,201	100 (mm)
20x2,5	20,0	15,0	2,5	180	0,177	100 (mm)
26x3,0	26,0	20,0	3,0	260	0,314	140 (mm)

Per l'utilizzo del tubo multistrato in PE-X/Al/PE-X si raccomanda l'uso di raccordi che prevedano un setto di separazione che isola l'alluminio del tubo dal raccordo in modo tale da impedire l'innesco di fenomeni di corrosione galvanica.

5.4. COLLETTORI

5.4.1. Collettori per impianti in centrale

Collettori per la distribuzione di fluidi caldi e/o freddi a condotti indipendenti o coassiali ed attacchi centrali o laterali ed eseguiti dello stesso materiale delle tubazioni principali.

La sezione di ogni collettore dovrà essere non inferiore a:

$$S > 1,6 * (S1 + S2 + \dots + Sn)$$

dove Sx indica le sezioni interne dei circuiti derivati.

5.4.2. Collettori per impianti in campo

Saranno del tipo complanare accoppiato, eseguiti in tubo di rame o in ottone, in corpo unico o componibile, con diramazioni passanti, a seconda di quanto richiesto negli altri elaborati di progetto; gli attacchi di testa saranno da 3/4" (oppure, se necessario, in funzione del diametro delle tubazioni relative, da 1" filettati femmina); quelli laterali saranno da 3/8" (oppure, se necessario, in funzione del diametro delle tubazioni relative, da 1/2", filettati maschio).

Saranno completi di tutta la raccorderia necessaria (sia per gli attacchi di testa che per quelli laterali) per il collegamento alle tubazioni in arrivo e in partenza.

Qualora i collettori debbano essere installati incassati nel muro, saranno completi di cassetta d'ispezione in lamiera zincata, con coperchio anteriore apribile provvisto di feritoie di aerazione. Gli attacchi laterali o di testa non utilizzati dovranno essere dotati di tappi di chiusura.

I collettori dovranno essere inoltre corredati di valvole a sfera del tipo a passaggio totale, con leva a farfalla, di diametro corrispondente a quello del collettore. Qualora richiesto o indicato sugli altri elaborati di progetto, sugli attacchi liberi di testa dei collettori dovranno essere montati rubinetti di sfiato-scarico con portagomma 3/8".

Saranno isolati con nastro di neoprene espanso autoadesivo di spessore 3 mm circa in più strati fino ad ottenere uno spessore globale di circa 1 cm.

Saranno ammessi, previa approvazione della D.L., altri tipi di isolamento che, qualora i collettori siano attraversati da acqua fredda o refrigerata, garantiscano assenza di condensazione e/o gocciolamenti.

La cassetta di ispezione, l'isolamento termico, le valvole a sfera e gli altri accessori s.d. saranno compresi nel prezzo unitario in opera del collettore.

5.5. GIUNTI PER TUBAZIONI

5.5.1. Giunti per tubazioni in acciaio nero

Le giunzioni delle tubazioni saranno realizzate mediante l'impiego di pezzi speciali filettati in ghisa malleabile bordata e rinforzata per il diametro 3/8" e mediante saldatura autogena per i diametri superiori.

Le diramazioni delle reti collettrici dovranno essere realizzate mediante raccordi ad invito nel senso di circolazione del fluido. Le giunzioni tra tubazioni di diametro diverso dovranno essere realizzate con raccordi conici.

Le saldature saranno eseguite con metodo ad arco od ossiacetilenico come in appresso:

- Smussatura dei raccordi a 37,5°
- Eliminazione delle scorie con martello o scalpello
- Fusione completa del metallo di apporto con quello base in modo omogeneo

Le saldature dovranno essere eseguite da saldatori qualificati.

Non saranno ammesse saldature a bicchiere ed a finestra, cioè quelle saldature eseguite dall'interno attraverso una finestrella praticata sulla tubazione, per quelle zone dove non sarà agevole lavorare con il cannello all'esterno.

Le tubazioni saranno, pertanto, sempre disposte in maniera tale che anche le saldature in opera possano essere eseguite il più agevolmente possibile; a tal fine le tubazioni saranno opportunamente distanziate fra loro, anche per consentire un facile lavoro di coibentazione, come pure saranno sufficientemente distaccate dalle strutture dei fabbricati.

Particolare attenzione dovrà essere prestata per le saldature di tubazioni di piccolo diametro (< 1") per non ostruire il passaggio interno.

L'unione delle flange con il tubo dovrà avvenire mediante saldatura elettrica od autogena.

Saranno accettate altre tipologie di giunzioni qualora siano espressamente previste dal progetto o comunque concordate con la Direzione dei Lavori.

In alternativa alle giunzioni e raccorderia a saldare, potranno essere usati per i tubi fino a DN 100, raccorderia e giunzioni a vite-manicotto: la raccorderia filettata sarà in ghisa malleabile a cuore bianco e la tenuta sarà realizzata con nastro di teflon oppure con appositi mastici sigillanti.

In alternativa, ancora, saranno utilizzabili anche raccordi, di tipo omologato al fine specifico, composto da conchiglie di giunzione verniciate con corpo autocentrante che racchiude e trattiene le teste delle tubazioni e la guarnizione con innesto in scanalature rullate o tornite, dadi e bulloni temperati a testa tonda con colletto ovale, guarnizione a forma di C

(Temperature da -40°C a + 110°C). I raccordi utilizzati potranno essere di tipo flessibile o rigido, a flangia, di riduzione, speciali, raccordi scanalati quali curve e T, filtri, valvole di farfalla e ritegno.

In alternativa potranno essere utilizzati, fino al diametro 4", giunti e raccordi non separabili ermetici permanenti con guarnizione O-RING tipo Kontur o equivalenti, giuntati con pinza a pressare, specifici per l'impiego su tubazione di acciaio al carbonio.

Tali prodotti possono essere utilizzati per gli impianti di riscaldamento a circuito chiuso con una temperatura sino a 120 °C, nonché per tutti i sistemi ad acqua a circuito chiuso.

I giunti a pressare saranno rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- Materiale: acciaio non legato - RSt 34-2. (Materiale n° 1.0034 secondo la norma DIN 2394) oppure Acciaio inossidabile al nichel/cromo (Materiale n° 1.4301 secondo la norma DIN EN 10088). Dimensioni da d=76,1 - 108 mm.
- Guarnizione: anello di tenuta di colore nero, resistente all'invecchiamento, realizzato in butilgomma (CIIR)
- Pressione di esercizio: max 16 bar (Sicurezza: pressioni di collaudo fino a 40 bar)
- Temperatura di esercizio: da -20° fino ad una temperatura permanente massima di 120°C (secondo DIN 4751)

5.5.2. Giunti saldati

Ambedue le estremità delle tubazioni da saldare, qualora non siano già preparate in ferriera, dovranno essere tagliate con cannello da taglio e poi rifinite a mola secondo DIN 2559 e cioè:

- Spessore sino a 4 mm: sfaccettatura piana, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5+4 mm
- Spessore superiore a 4 mm: bisellatura conica a 30°, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5+3 mm in modo da assicurare uno scostamento massimo di ~0,5 mm del lembo da saldare dal profilo teorico c.s.d.

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione. Per tubazioni di diametro superiore o uguale a 1" è prescritta la saldatura elettrica in corrente continua.

Gli elettrodi da usare per l'esecuzione delle saldature sono esclusivamente quelli omologati dal RINA (Registro Italiano Navale ed Aeronautico) per l'impiego specifico; pertanto la Ditta dovrà chiedere benestare alla Committente circa il tipo e la qualità degli elettrodi che intende adoperare per le saldature.

Ogni saldatura dovrà essere punzonata, in posizione visibile, dall'esecutore.

Non è ammessa la rifinitura a scalpello dei margini del cordone di saldatura.

Si intende compreso negli oneri dell'Appaltatore quanto segue:

- Prelievo, a mezzo cannello, di campioni di saldatura, in quantità del 5%, che saranno controllati dal Committente
- Ripristino del tratto di tubo asportato, con applicazione di elemento di pari curvatura, naturalmente previa bisellatura c.s.d.

Il Committente farà eseguire a sua cura e spese, su ogni campione, il taglio e la spianatura per il controllo radiografico.

In caso di insufficiente penetrazione o eccessivo disallineamento dei lembi, sarà imposto il rifacimento della saldatura previa asportazione, con mola a disco, della saldatura difettosa. Se anche una sola saldatura, compresa nel 5% s.d., risultasse difettosa, dovrà essere eseguito, a totale carico dell'Appaltatore, il controllo radiografico di un ulteriore 5% delle saldature eseguite, oltre al rifacimento di quelle difettose.

5.5.3. Giunti filettati

Non è ammesso l'impiego di manicotto a filettatura destra e sinistra ma, ove occorra, si adatteranno scorrevoli filettati con controdado di fissaggio.

Nell'effettuare la filettatura per procedere all'attacco dei pezzi speciali ci si dovrà sempre preoccupare che la lunghezza della stessa sia strettamente proporzionata alle necessità in modo da garantire che non si verifichino soluzioni di continuità nella zincatura superficiale delle tubazioni. Per tutti gli attacchi a vite dovrà essere impiegato materiale per garanzia di prima qualità e comunque materiali non putrescibili o ad impoverimento di consistenza nel tempo.

5.5.4. Giunti flangiati

La flangia e la controflangia dovranno essere complete di fori filettati di fissaggio per le viti, viti, bulloni e quanto altro necessario alla realizzazione del giunto saldato.

Flangia e controflangia dovranno essere scelte con PN e diametro richiesto per le relative tubazioni.

Per sistemi PN6 le viti di fissaggio dovranno essere almeno 2xM10 fino a DN25 e 2xM12 fino a DN50.

Per sistemi PN109 e PN16 le viti di fissaggio dovranno essere almeno 4xM12 fino a DN25 e 4xM16 fino a DN100.

Per diametri e PN superiori dovranno essere rispettate le indicazioni del costruttore.

In ogni caso, se il diametro delle flange differisce da quello delle tubazioni o delle apparecchiature, a cui la stessa viene saldata, verranno utilizzati tronchetti conici di raccordo con conicità non superiore a 15°.

Per quanto concerne la saldatura tra flange e tubazioni vale quanto indicato al punto "Giunti saldati".

5.5.5. Giunti antivibranti

Tutte le tubazioni e i condotti collegati a macchine con elementi in movimento, e quindi sorgenti di vibrazioni, saranno corredati di giunti antivibranti.

Nei circuiti che trasportano acqua calda fino a 100 °C e acqua fredda (riscaldamento, raffrescamento, acqua potabile, acqua calda sanitaria, etc.) saranno del tipo con corpo di gomma rigida idonea per temperature fino a 100 °C ed avranno pressione nominale non inferiore a PN 10; per diametri superiori a DN 50 dovranno avere attacchi flangiati.

I giunti saranno installati sulle tubazioni di collegamento alle pompe, ai gruppi frigoriferi e generalmente in qualsiasi luogo ove si rendano necessari per assorbire le vibrazioni.

5.6. INSTALLAZIONE DELLE TUBAZIONI

5.6.1. Identificazione delle tubazioni

Tutte le tubazioni saranno contraddistinte ogni 3 m o dove necessario, da fascette colorate atte ad individuare il servizio ed il senso del fluido trasportato.

La colorazione e la simbologia saranno adottate in accordo con la D.L.

In generale si rispetterà quanto prescritto dalla Norma UNI 5364.

Occorrerà prevedere in tutte le centrali, apposite tabelle che riportino la codifica dei colori per gli opportuni riferimenti e gli schemi funzionali dei principali circuiti.

Tutti i volantini del valvolame utilizzato, siano essi in ghisa, acciaio o bronzo, devono essere verniciati con due mani di smalto colorato in accordo con le norme prima citate.

Tutte le apparecchiature fornite saranno dotate di targhetta identificatrice dell'elemento e delle prestazioni di targa dichiarate e collaudate dal costruttore.

5.6.2. Accorgimenti per la posa delle tubazioni in acciaio

I diametri, i raccordi, le pendenze delle tubazioni in genere devono essere tali da garantire il libero deflusso dei fluidi in esse contenuti, senza dare luogo ad ostruzioni o comunque a depositi che possano, col tempo, comprometterne la funzione.

Occorrerà prevedere una pendenza minima dell'1-2% per tutte le tubazioni convoglianti acqua, allo scopo di facilitare le operazioni di sfogo dell'aria e di svuotamento dell'impianto, in modo che in caso di impianto fermo per più giorni con temperature inferiori a 0 °C non si verifichino inconvenienti.

Qualora per ragioni particolari non ci fosse la possibilità di dare alla tubazione la pendenza minima nei punti alti delle distribuzioni saranno previsti sistemi di sfogo aria, costruiti realizzati con barilotti di raccolta aria, le relative intercettazioni saranno in posizioni accessibili e, possibilmente, centralizzate.

Nei punti bassi delle tubazioni dovrà essere previsto un sistema di scarico dell'acqua (con imbuto di raccolta acqua, il tutto con collegamento alla fognatura).

Per tubazioni attraversanti muri esterni la pendenza dovrà essere data, fatto salvo quanto suddetto, dall'interno verso l'esterno.

Tutti i punti di scarico saranno accessibili per le ispezioni e la sostituzione degli organi d'intercettazione, i quali saranno muniti di tappo.

Quando le tubazioni passano attraverso i muri o pavimenti, saranno protetti da manicotti in ferro nero dello spessore di 2 mm fino alle superfici esterne, per permettere la dilatazione e l'assestamento, oppure con fasciatura di 5 cm di lana minerale e guaina di protezione, per evitare rotture ai muri in conseguenza delle dilatazioni.

I tubi saranno posti in opera senza svergolarli o sformarli e saranno a dovuta distanza dalle finestre, porte ed altre aperture.

Non sono permessi tagli eccessivi ed indebolimenti delle strutture onde facilitarne la posa in opera dei tubi.

Tutte le sbavature saranno eliminate dai tubi prima della posa in opera.

Sarà permessa la piegatura dei tubi a freddo fino a 1 ¼" di diametro purché si usi un piegatubi idraulico o meccanico.

I tubi piegati che presentano pieghe, rughe ed altre deformazioni non saranno accettati.

E' proibita l'adozione di gomiti a 90° se non per diametri di modesta entità (3/8", ½", ¾"), prevedendo in loro sostituzione curve ad ampio raggio (maggiore 1,5 volte il diametro).

Le estremità delle tubazioni saranno ben chiuse o tappate subito dopo la messa in opera onde evitare che la sporcizia od altre sostanze estranee penetrino nell'impianto.

Lo stesso dicasi per aperture delle apparecchiature.

Le tubazioni saranno dotate di fascette colorate per l'individuazione dei fluidi (da applicare sopra il coibente, ove previsto) e frecce indicatrici di flusso.

E' vietato l'uso di tubazioni fortemente ossidate la cui incidenza superi 1/100 dello spessore del tubo.

Le tubazioni saranno posate con spaziature sufficienti per consentire lo smontaggio nonché la facile esecuzione del rivestimento isolante e saranno opportunamente sostenute con particolare riguardo ai punti di connessione con pompe, batterie, valvole, ecc. affinché il peso non gravi in alcun modo sulle flange di collegamento.

Il collegamento delle tubazioni alle varie apparecchiature quali pompe, scambiatori, serbatoi, valvolame, ecc. dovrà essere sempre eseguito con flange o con bocchettoni in tre pezzi.

Le riduzioni saranno realizzate secondo gli standard delle riduzioni commerciali.

Le riduzioni potranno essere concentriche oppure eccentriche secondo le varie esigenze.

Le derivazioni a "T" saranno realizzate usando la raccorderia in commercio.

Tutte le tubazioni non zincate, saranno pulite prima o dopo il montaggio con spazzola metallica onde preparare le superfici alla successiva verniciatura che dovrà essere fatta con due mani di antiruggine resistente alla temperatura del fluido passante, ognuna di colore diverso.

Per lo scarico dell'acqua di condensa e per la formazione degli scarichi soggetti al bagnasciuga, si dovranno adottare tubazioni zincate con raccordi filettati in ghisa malleabile zincata (diametri fino a DN 100).

Sulle tubazioni, nelle posizioni più opportune concordate con la Direzione Lavori, saranno predisposti gli attacchi per l'inserimento di termometri, manometri e strumenti di misura in genere, che consentano di rilevare le diverse grandezze in gioco, sia per un corretto esercizio degli impianti che per un completo collaudo.

Tutti gli attraversamenti di pareti e pavimenti dovranno avvenire in manicotti d'acciaio zincato o in PVC pesante di diametro sufficiente al passaggio della tubazione ovvero della tubazione isolata, se prevista, al fine di garantirne la dilatazione e la continuità del rivestimento isolante.

L'Appaltatore dovrà fornire tutti i manicotti di passaggio necessari e questi saranno installati e sigillati nei relativi fori prima della posa delle tubazioni.

Il diametro dei manicotti dovrà essere tale da consentire la libera dilatazione delle tubazioni.

Le estremità dei manicotti affioreranno dalle pareti o solette e sporgeranno dal filo esterno di pareti e solette di 25 mm.

I manicotti passanti attraverso le solette, saranno posati prima del getto di calcestruzzo; essi saranno otturati in modo da impedire eventuali penetrazioni del calcestruzzo.

Lo spazio libero fra tubo e manicotto, dovrà essere riempito con lana di roccia od altro materiale incombustibile, che possa evitare la trasmissione di rumore da un locale all'altro nonché la trasmissione di eventuali vibrazioni.

Qualora il passaggio della tubazione avvenga su parete delimitante compartimenti antincendio diversi si garantirà la continuità della struttura del comparto a contatto con la tubazione metallica.

Se la tubazione in oggetto non risulta permanente carica d'acqua saranno adottati inoltre adeguati manicotti tagliafuoco omologati per l'impiego specifico.

Quando più manicotti debbono essere disposti affiancati, essi saranno fissati su un supporto comune poggiante sul solaio, per mantenere lo scarto ed il parallelismo dei manicotti.

Se si dovesse presentarsi l'esigenza di attraversare con le tubazioni i giunti di dilatazione dell'edificio, si dovranno prevedere dei manicotti distinti da un lato e dall'altro del giunto, come pure dei giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i cedimenti dell'edificio.

Sulle tubazioni in vista dovrà essere previsto, in corrispondenza di ogni saracinesca od apparecchiatura, apposito bocchettone maschio - femmina a sede conica.

Sarà vietato l'uso di bocchettoni su tubazioni incassate.

Particolare attenzione dovrà essere fatta in corrispondenza degli stacchi delle tubazioni incassate nelle colonne montanti.

Nel caso di posa incassata in pavimento od a parete, le tubazioni saranno rivestite con guaine isolanti, aventi inoltre la funzione di proteggere le superfici contro eventuali aggressioni di natura chimica e di consentire la dilatazione per variazioni di temperatura.

Le tubazioni installate sotto traccia per le quali non è previsto l'isolamento termico dovranno essere protette con avvolgimento in cartone cannettato o materiale equivalente.

Dove necessario, anche se non espressamente indicato nei disegni di progetto, saranno installati rubinetti di scarico di tipo e diametro adeguati, rubinetti e barilotti di sfiato, filtri ad Y etc. I barilotti di sfiato aria devono essere in tubo nero trafilato \varnothing 2", lunghezza 30 cm con attacco \varnothing 3/8", completi di valvolina di sfiato automatico.

Al termine delle diramazioni principali dovranno essere installati barilotti anticolo d'ariete costituiti da un tubo d'acciaio zincato \varnothing 2", con attacchi \varnothing 1/2" filettati.

5.6.3. Accorgimenti per la posa delle reti di scarico e ventilazione

Le tubazioni sia orizzontali sia verticali, saranno perfettamente allineate al proprio asse, possibilmente parallele alla parete e con la pendenza di progetto.

Le curve a 90° saranno da utilizzare solo per le connessioni tra tubazioni orizzontali e verticali, mentre non dovranno mai essere utilizzate per la giunzione di due tubazioni orizzontali.

Normalmente non saranno da utilizzarsi neppure derivazioni doppie piane e raccordi a T.

I cambiamenti di direzione saranno tali da non produrre perturbazioni nocive al flusso.

Le connessioni in corrispondenza di spostamenti dell'asse delle colonne dovranno possibilmente essere evitate, o comunque, non avvenire ad una distanza inferiore a 10 volte il diametro del raccordo.

Particolare cautela dovrà essere posta qualora vi sia il problema della formazione di schiume.

Tutta la rete dovrà essere opportunamente dotata d'ispezioni di diametro pari a quello del tubo (fino a DN 110) o di 110 mm per i diametri superiori; le ispezioni dovranno prevedersi nelle seguenti posizioni:

- Al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione
- Ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°
- Ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 110 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore
- Ad ogni confluenza di due o più provenienze
- Alla base d'ogni colonna
- Dove ulteriormente indicato sui disegni

Nella stesura delle tubazioni dovranno anche essere previsti, lì dove necessario, supporti e punti fissi coordinati in modo tale che la tubazione possa dilatarsi e contrarsi senza danneggiamenti.

5.6.4. Supporti ed ancoraggi

Le distanze massime tra supporti di tubazioni orizzontali dovranno essere non superiori a quelle indicate nella seguente tabella.

Tubi in acciaio		Tubi in rame	
Diametro esterno (pollici)	Distanza (m)	Diametro esterno (mm)	Distanza (m)
½"	1,5	18	2,0
¾" – 1 ¼"	2,0	20 – 28	2,5
1 ½" – 2 ½"	2,5	32 – 40	3,0
3" – 3 ½"	3,5	42 – 54	3,5
4" – 6"	4,5	63 – 100	4,0
6" – 8"	5,5		
10" – 12"	6,5		
oltre 12"	7,0		

Le distanze massime indicate non valgono qualora valvole o altre componenti di linea creino carichi concentrati tra i due più prossimi punti di supporto o qualora la struttura edile stessa non supporti il conseguente carico concentrato.

Si dovrà inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm, da ogni cambio di direzione, se non espressamente indicato nei disegni o in altra sezione del presente capitolato.

Per i supporti, non rappresentati in dettaglio nei disegni di progetto e per i punti fissi, la Ditta dovrà redigere i disegni particolareggiati che, prima dell'esecuzione, dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L.

I disegni della Ditta dovranno comprendere anche il sistema di ancoraggio alle strutture.

Per le tubazioni convoglianti fluidi caldi/freddi saranno previsti supporti mobili.

Tubazioni non coibentate potranno essere posate direttamente sui rulli.

Per tubazioni calde/fredde da coibentare sarà necessario invece prevedere apposita sella di tipo approvato fra tubo e rullo, di altezza maggiore dello spessore dell'isolamento; non sarà ammessa l'interruzione del rivestimento coibente in corrispondenza dei sostegni.

Per le tubazioni fredde, i rulli saranno in PTFE.

Le tubazioni recanti acqua refrigerata saranno possibilmente installate con supporti appesi e non appoggiati al fine di preservare le staffe dall'azione corrosiva della condensa.

Le selle dei supporti mobili dovranno avere una lunghezza tale da assicurare che essi, sia a freddo che a caldo, appoggino sempre sul rullo sottostante.

In prossimità ai cambiamenti di direzione del tubo occorrerà prestare particolare attenzione nella scelta della lunghezza del rullo, in considerazione dell'eventuale movimento del tubo nel senso trasversale al suo asse.

Dove necessario, ed accettato dalla Direzione Lavori, saranno usati supporti a pendolo.

In ogni caso, tutti i supporti saranno preventivamente studiati, disegnati e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

Non saranno accettate soluzioni improvvisate o che non tengano conto del problema della trasmissione delle vibrazioni, delle esigenze di realizzazione degli isolamenti (particolare cura dovrà essere posta nello staffaggio delle tubazioni di acqua fredda e refrigerata onde l'isolamento con barriera vapore possa essere fatto senza alcuna soluzione di continuità), dell'esigenza di ispezionabilità e sostituzioni, delle esigenze dettate dalle dilatazioni (punti fissi, guide, rulli, ecc.).

Tutti i supporti, indistintamente, saranno previsti e realizzati in maniera tale da non consentire la trasmissione di rumore e vibrazioni dalle tubazioni alle strutture impiegando materiali antivibranti.

In ogni caso i supporti dovranno essere realizzati in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, nonché per sopportarne il peso previsto; particolare cura dovrà essere posta nei supporti delle tubazioni d'acqua refrigerata, onde evitare condensa e gocciolamenti.

Per il fissaggio di più tubazioni parallele saranno posti profilati in ferro a U di adeguata sezione, eventualmente provvisti di supporti laterali, qualora le tubazioni siano poste su un piano verticale.

Per le tubazioni singole si useranno collari regolabili del tipo a cerniera con vite di tensione o altri tipi di supporti, sempre previa approvazione della D.L.

In nessun caso saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene.

Gli ancoraggi dei tubi ai supporti e dei supporti alle strutture saranno eseguiti nella maniera più adatta a far fronte a tutte le spinte ed i carichi cui sono soggetti.

Tutto il mensolame dovrà essere fissato alle strutture dell'edificio a mezzo di sistemi facilmente smontabili; gli staffaggi alle strutture in legno o in metallo saranno fissati con incravattature imbullonate; quelli alle strutture in murature mediante viti e tasselli ad espansione, o sistemi equivalenti, che dovranno comunque ricevere la preventiva approvazione della D.L. e/o S.A.

Nessun ancoraggio sarà ammesso in posizione tale da poter provocare danni al fabbricato.

Il costo dei supporti ed ancoraggi delle tubazioni dovrà essere compreso nel prezzo unitario del tubo in opera.

Se usate in impianti antincendio saranno rispettate altresì le normative specifiche di staffaggio previste nella normativa tecnica UNI cogente.

Le tubazioni dovranno essere sostenute ad ogni piano sulla soletta relativa; in nessun caso saranno previsti ancoraggi sulle pareti tagliafuoco.

Le tubazioni saranno sostenute particolarmente in corrispondenza di connessioni con pompe e valvole, affinché il peso, non gravi in alcun modo sui collegamenti.

Particolare attenzione dovrà essere prestata per l'ancoraggio dei punti fissi posti sulle tubazioni calde ed in particolare per acqua surriscaldata e vapore. Tali ancoraggi saranno adeguati alle spinte cui saranno sollecitati. In ogni caso l'Appaltatore dovrà sottoporre a preventivo benestare della Direzione Lavori posizioni e spinte relative ai punti fissi.

5.6.5.Prova delle tubazioni

1.1.1.1.1.1.1 TUBAZIONI IN ACCIAIO

Prima della coibentazione o della chiusura delle tracce e del mascheramento le condutture convoglianti fluidi in pressione dovranno essere collaudate idraulicamente e provate a tenuta, alla pressione di 2,5 atmosfere superiore a quella di esercizio, per un periodo non inferiore alle 12 (dodici) ore.

La prova si riterrà positiva quando non si verifichino fughe o deformazioni permanenti.

Dopo tale prova le tubazioni dovranno essere soffiate e lavate allo scopo di eliminare grasso, corpi estranei ecc.

Non appena sarà possibile si dovrà procedere ad una prova di circolazione dell'acqua calda e/o refrigerata, ad una temperatura dei generatori pari a quella di regime, onde verificare le condizioni di temperatura ed eventualmente di portata nei vari circuiti e agli apparecchi utilizzatori, verificare che non ci siano deformazioni permanenti, che i giunti e le guide di scorrimento lavorino in modo ottimale, e che sussista la sufficienza e la

Tale operazione dovrà durare per un periodo sufficiente per garantire che tutto il sistema sia pulito e privo d'acqua, onde evitare l'eventuale pericolo di gelo.

5.6.6.Criteri di valutazione

Le quantità delle tubazioni verranno espresse in metri, suddivisi per diametri, oppure in chilogrammi: in questo secondo caso il peso sarà ottenuto moltiplicando lo sviluppo in lunghezza delle tubazioni (misurata sull'asse delle stesse), per il peso per metro desunto dalle rispettive tabelle di unificazione.

In ogni caso (a meno che in altre sezioni del presente elaborato o in altri elaborati di progetto non sia esplicitamente detto di procedere con criteri diversi) si dovrà tenere conto nel prezzo unitario in opera, per metro o per kg di tubo, dei seguenti oneri:

- Costo di giunzioni, raccordi, pezzi speciali (curve, T, sifoni, braghe, giunti etc...)
- Costo di materiali di consumo di qualsiasi tipo
- Verniciatura antiruggine per le tubazioni nere
- Costo dei supporti e sostegni (completi di verniciatura antiruggine) e degli ancoraggi
- Onere per scarti e sfridi

5.7. VALVOLAME PER FLUIDI A BASSA TEMPERATURA

Campo d'Impiego: fluidi caldi e freddi fino a 110°C e gas.

Tutte le valvole (d'intercettazione, di regolazione, di ritegno e di sicurezza), le saracinesche, i rubinetti, i giunti antivibranti, i giunti di dilatazione, etc. saranno adatti alle pressioni e temperature di esercizio e in ogni caso non sarà ammesso l'impiego di valvolame con pressione nominale inferiore a PN 10 e temperatura max di esercizio inferiore a 110 °C.

La flangiatura dovrà corrispondere a una pressione nominale non inferiore a quella della valvola. Tutto il valvolame, le flange, le filettature, il materiale di costruzione dovrà corrispondere alle norme UNI applicabili.

Tutto il valvolame dovrà essere marchiato sul corpo e la marchiatura dovrà riportare almeno il nome del costruttore, il diametro nominale (DN), la pressione nominale (PN), e il materiale di costruzione (es. GG25, GGG40, etc.). Le valvole a flusso avviato dovranno riportare anche una freccia indicativa del verso del flusso.

Tutto il valvolame flangiato dovrà essere completo di controflange, bulloni e guarnizioni (comprese nel prezzo unitario).

Le valvole saranno in ogni caso del tipo con attacchi flangiati per diametri nominali superiori a DN 50 (a meno di esplicite indicazioni diverse riportate sui documenti di progetto); per diametri inferiori o uguali potranno essere impiegate valvole con attacchi filettati.

Nel caso una valvola con attacchi filettati venga utilizzata per intercettare un'apparecchiatura, il collegamento dovrà avvenire mediante giunti a tre pezzi per consentire lo smontaggio.

In ogni caso (sia per valvolame flangiato che filettato), se il diametro della valvola differisce da quello delle tubazioni o delle apparecchiature, a cui la stessa viene collegata, verranno utilizzati tronchetti conici di raccordo con conicità non superiore a 15°.

5.7.1. Valvole di intercettazione

A seconda di quanto necessario e considerate le prescrizioni generali verranno usati i seguenti organi di intercettazione:

- 1) Valvole a sfera a passaggio totale per pressioni nominali fino a PN 10 con corpo in ottone cromato sfera in acciaio INOX guarnizioni in teflon (PTFE) leva in acciaio o in duralluminio plastificato
- 2) Valvole a sfera a passaggio totale per pressioni nominali fino a PN 40 con corpo in acciaio al carbonio, sfera in acciaio INOX AISI 304 guarnizioni in teflon (PTFE) leva in acciaio
- 3) Valvole a via diritta in bronzo (rubinetti di arresto) con otturatore a piattello con guarnizione jenkins, complete di volantino di manovra in acciaio stampato o ghisa e premistoppa in amianto grafitato o simile. Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità). PN 10
- 4) Valvole diritte ad asta inclinata in bronzo fuso, con asta in ottone, otturatore a piattello con guarnizione in jenkins, complete di volantino di acciaio stampato o ghisa e premistoppa in amianto grafitato o simile. Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità). PN 10. Eventuale rubinetto di scarico, se richiesto
- 5) Valvole diritte a flusso avviato con corpo in ghisa Meehanite GG25, asta in acciaio inossidabile, tappo rivestito in gomma idonea per temperature fino a 120°C, tenuta sull'asta con O-Ring esente da manutenzione e volantino di comando
- 6) Valvole diritte in ghisa a membrana di clorobutile (o similare e comunque resistente fino a 100°C) tipo Sisto o similare con volantino in ghisa. Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità). PN 10 per diametri fino a 150 mm; PN 6 per diametri superiori
- 7) Saracinesche in ghisa, a corpo piatto, con vite interna, coperchio flangiato, asta in acciaio INOX, cuneo di chiusura in ghisa con anello di tenuta in gomma. Premistoppa con guarnizione ad anello O ring o simile. Attacchi flangiati. PN 10
- 8) Saracinesche in bronzo pesante, fuso e sabbiato, PN 10, con volantino in acciaio stampato o in ghisa, premistoppa in acciaio grafitato o simile. Le manovre di apertura-chiusura avverranno "con asta fissa". Attacchi filettati o flangiati (secondo necessità). Se richiesto: rubinetto di scarico
- 9) Valvole a farfalla, dotate di monoflangia forata o di fori di centraggio per il corretto posizionamento tra le flange delle tubazioni, del tipo esente da manutenzione, aventi corpo valvola in ghisa con rivestimento interno in gomma con anelli di tenuta preformati, albero in acciaio INOX con tenuta in gomma, disco in ghisa autocentrante. Il tipo di rivestimento interno in gomma del corpo valvola sarà in EPDM e così pure l'eventuale rivestimento del disco, resistenti almeno a 100°C

Qualora richiesto sia il corpo valvola che il disco potranno essere in acciaio al carbonio, in acciaio INOX o in bronzo, mentre anche per i rivestimenti di gomma potranno essere richieste caratteristiche diverse da quanto sopra descritto.

Il tipo di rivestimento dovrà comunque essere adatto sia alla temperatura che al tipo di fluido convogliato. Le valvole saranno PN 10 (PN 6 o PN 16 se richiesto).

Ciascuna valvola dovrà essere dotata di leva di comando per apertura e chiusura direttamente collegata all'albero e dotata di settore dentato a più posizioni per regolare e bloccare l'apertura della valvola.

Le valvole a sfera o altri tipi di valvola a chiusura rapida potranno essere impiegate solo per diametri fino a DN 50.

Qualora necessario potrà essere richiesta l'installazione di servocomandi.

5.7.2.Valvole di ritegno

A seconda di quanto necessario, verranno usati i seguenti tipi di valvole di ritegno:

- 1) Valvole di ritegno in bronzo, tipo a clapet (eventualmente con molla se necessario in funzione della posizione di montaggio). La tenuta sarà realizzata mediante guarnizione in gomma. Attacchi filettati. PN 10
- 2) Valvole di ritegno a disco per installazione in qualsiasi posizione, con molla di contrasto, di tipo extra-piatto, a bassa perdita di carico: corpo in ottone, disco in materiale plastico ad alta resistenza. Attacchi filettati diametro max 1"1/4 - PN 6
- 3) Valvole di ritegno a disco per installazione in qualsiasi posizione, con molla di contrasto, di tipo extra-piatto, a bassa perdita di carico, con corpo in ottone speciale e disco in acciaio INOX fino a DN 100; ghisa/ghisa per diametri superiori. Attacchi da inserire tra flange. PN 16
- 4) Valvole di ritegno in ghisa, flangiate, con otturatore profilato a venturi, con guarnizione di tenuta in materiale plastico e molla in acciaio INOX. La valvola dovrà essere di funzionamento silenzioso. PN 10

5.7.3.Valvole di taratura

Ove necessario e/o ove richiesto si monteranno valvole di taratura per l'equilibratura dei circuiti idraulici, come ad esempio:

- In corrispondenza di ogni batteria delle centrali di trattamento o di postriscaldamento di zona nelle posizioni indicate nei disegni di progetto
- In corrispondenza delle diramazioni principali dei vari circuiti idraulici o delle colonne montanti dei vari impianti, ove ciò sia indicato nei disegni di progetto o comunque necessario, a giudizio insindacabile della D.L. per un corretto bilanciamento dei terminali o dei circuiti

Esse dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- L'otturatore deve essere in grado di assicurare un flusso regolare e uniforme, al fine di evitare: vibrazioni, rumori, fenomeni di cavitazione, erosione della sede e usura delle guarnizioni
- Portare un indice di riferimento o un quadrante graduato, dal quale sia facilmente rilevabile la posizione di taratura (accoppiamento micrometrico dello stelo con riferimenti di lettura atti ad individuarne la posizione)
- Poter essere facilmente bloccate nella posizione prescelta, senza possibilità di facile spostamento o manomissione
- Essere accompagnate da diagrammi o tabelle (editi dalla casa costruttrice) che per ogni posizione di taratura, forniscano la caratteristica portata perdita di carico della valvola
- Presentare in posizione di massima apertura una perdita di carico molto bassa e comunque non superiore al 5% della prevalenza della pompa del circuito in cui è inserita la valvola stessa

Le valvole, dovranno essere provviste di attacchi per manometro differenziale di controllo, completi di rubinetto di fermo. Negli altri casi gli attacchi per manometro di controllo (completi di rubinetti di fermo) saranno montati sulle tubazioni, nelle posizioni indicate dai disegni di progetto.

Il manometro di controllo (od i manometri, qualora sia necessario disporre di scale diverse) con i flessibili di collegamento dovrà essere fornito dalla Ditta e rimarrà, se richiesto espressamente, in proprietà della Committente.

Le valvole di regolazione/taratura devono essere accompagnate da diagramma o tabella, forniti dal costruttore che, per ogni posizione, indichino la caratteristica portata - perdita di carico.

In posizione di totale apertura le valvole di regolazione non dovranno introdurre perdite di carico superiori al 5% della prevalenza della pompa del circuito in cui sono inserite.

5.7.4. Valvole speciali

Valvole per terminali

I terminali di scambio termico (radiatori, ventilconvettori, etc.) saranno corredati a seconda di quanto espresso nei disegni da:

- Valvola a doppio regolaggio diritta o ad angolo con corpo in ottone cromato, con volantino in plastica. Il doppio regolaggio dovrà essere tarato in fase di prova dell'impianto, e quindi bloccato, e la manovra del volantino non dovrà interferire sulla suddetta taratura
- Valvola termostatica con corpo in ottone cromato con elemento termostatico incorporato nel volantino, oppure separato, con gradazione corrispondente a diverse temperature ambiente, più posizione di antigelo. Le valvole termostatiche, per la regolazione individuale dei radiatori, dovranno essere omologate A.N.C.C./ I.S.P.E.S.L. ai sensi dell'art. 4 della Legge 10/91 e conformi alle norme UNI EN 215-1. Le valvole termostatiche dovranno avere un'isteresi inferiore a 0.8 °C. E' ammesso esclusivamente l'uso di valvole con elemento termostatico del tipo a dilatazione di gas. Nel caso di elemento termostatico separato, questo sarà collegato al corpo valvola con un capillare di adeguata lunghezza e robustezza
- Detentore in bronzo con attacchi filettati a tre pezzi, di costruzione robusta con cappuccio filettato in plastica, completo di vite di chiusura e d'attacco
- Valvolina di sfiato dell'aria manuale (senza elemento igroscopico), da 1/4"
- Rubinetto di scarico a spillo in bronzo, da 1/4" con codolo quadro di manovra e portagomma

Nel caso di impianti monotubo dovrà essere utilizzata una valvola monotubo in ottone sbiancato con sonda interna in tubo di rame fino a 2/3 circa della lunghezza del corpo scaldante (oppure, per convettori, con attacchi sdoppiati e raccordi in ottone cromato). La valvola sarà provvista di volantino di manovra, tale da deviare il flusso d'acqua dal radiatore, in posizione di chiusura, senza variazioni di perdita di carico.

Valvole di sfiato

In ciascun punto alto delle tubazioni dovrà essere installato un disareatore automatico per l'eliminazione dell'aria contenuta nell'impianto. Ciascun disareatore sarà comunque completo di valvola d'intercettazione a sfera per l'esclusione.

La posizione potrà essere individuata nel sottotetto se accessibile, nel controsoffitto dell'ultimo piano o in cassetta a parete di ispezione.

I separatori d'aria di linea saranno realizzati in lamiera di acciaio di forte spessore e adatti per la pressione massima di esercizio; saranno completi di attacchi filettati o flangiati per entrata ed uscita acqua, nonché di attacchi per il vaso di espansione e per lo scarico.

5.8. STRUMENTAZIONE

5.8.1. Termometri

Saranno montati termometri ove indicato negli elaborati di progetto ed in linea di massima:

- Su ingresso ed uscita di apparecchiature termiche (GT e GF, bollitori etc...)
- Sui collettori di partenza e ritorno dei vari fluidi
- Su ingresso ed uscita di scambiatori di calore
- Su ingresso ed uscita di batteria di UTA

- A valle di ogni valvola miscelatrice
- A monte e valle di ogni batteria di UTA lato aria

Per la misurazione di temperatura per acqua fredda dovranno avere campo di misura $0 \div 60$ °C e precisione $\pm 0,5$ °C.

Per la misurazione di temperatura per acqua calda dovranno avere campo di misura $0 \div 120$ °C e precisione ± 1 °C.

I termometri saranno a quadrante a dilatazione di mercurio, con cassa in alluminio fuso/ottone cromato, resistente alla corrosione e saranno completi di ghiera porta-vetro nello stesso materiale (a tenuta stagna) e vetro. Il quadrante sarà in alluminio bianco con diametro non inferiore a 130 mm, con numeri litografati o riportati in maniera indelebile.

I termometri saranno inoltre conformi alle prescrizioni ANCC/I.S.P.E.S.L.

Quelli per montaggio su tubazioni o canali saranno del tipo a bulbo rigido, completi di pozzetto rigido da immergere nel tubo o canale ed attacco del bulbo al pozzetto mediante flangia o mediante manicotto filettato.

Quelli per montaggio sulle unità di trattamento aria saranno del tipo a bulbo e capillare corazzato (e compensato per lunghezze superiori ai 7 m); saranno raggruppati e montati su una piastra in alluminio di spessore non inferiore a 3 mm, posta in prossimità dell'unità di trattamento.

Sotto ogni termometro sarà indicato con una targa in plastica la temperatura che esso rappresenta.

I pozzetti ed i bulbi dovranno essere eseguiti e montati in modo tale da garantire prontezza e precisione nella lettura.

5.8.2. Manometri

Saranno montati manometri a monte e a valle di ogni apparecchiatura che determina una variazione di pressione e comunque ove indicato negli elaborati di progetto.

In particolare, tutte le elettropompe (nel caso di pompe singole) o i gruppi di elettropompe saranno provviste di attacchi per manometro (con rubinetti di fermo).

Se richiesto, il manometro (con scala adeguata) dovrà essere installato stabilmente e in questo caso il manometro per il controllo della prevalenza utile sarà del tipo "bourdon" con cassa in alluminio fuso o cromato resistente alla corrosione, ghiera dello stesso materiale a perfetta tenuta, quadrante in alluminio bianco con diametro non inferiore a 130 mm, con numeri litografati o comunque riportati in maniera indelebile; dovrà essere fissato in modo stabile, su una piastra d'alluminio, d'adeguato spessore.

Ciascuna stazione di filtrazione e ciascuna unità di trattamento dell'aria sarà provvista di manometro differenziale; tale manometro sarà montato a fianco dei termometri, sulla piastra porta-termometri.

Per quanto riguarda i condizionatori, il manometro sarà montato a fianco dei termometri, sulla piastra porta termometri. Il costo del manometro si intende compreso nel costo della stazione di filtrazione e/o UTA.

5.8.3. Contacalorie

Sarà costituito da sistema con due sonde di temperatura, contatore volumetrico di adeguata portata e integratore per lettura locale. Sarà di tipo omologato secondo le vigenti norme. Sarà inoltre dotato di emettitore d'impulsi per riporto di totalizzazione al Sistema Digitale, con le seguenti caratteristiche:

- Frequenza massima d'impulso: 0,4 Hz
- Durata minima d'impulso: 1,25 s
- Intervallo minimo d'impulso: 1,25 s

5.9. ELETTROPOMPE

Campo d'Impiego: impianti di distribuzione fluidi caldi e freddi.

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con la massima cura, per ottenere il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico; in particolare si opererà in modo da:

- Assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle elettropompe sul basamento di appoggio o rispetto alle tubazioni per quelle in linea
- Consentire lo smontaggio o il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco

- Prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni, sia mediante interposizione di idonei giunti ammortizzatori, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico
- Garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, che per quanto concerne l'impianto elettrico

Le pompe saranno progettate per servizio continuo a pieno carico (8000 ore/anno).

Ogni elettropompa dovrà essere escludibile con la manovra di opportune valvole di intercettazione; nel caso di diametri superiori a DN 50 non sarà ammesso l'impiego di valvole a sfera.

Nella tubazione di mandata dovrà essere inserita una valvola di ritegno ed ogni pompa dovrà essere corredata di giunti antivibranti sia sulla mandata che sull'aspirazione, salvo indicazioni diverse.

Tutte le pompe saranno complete di guarnizioni, bulloni, raccorderia di collegamento, eventuali controflange e materiali di consumo.

Nel caso vi siano differenze di diametro tra bocche della pompa, valvolame e tubazioni, saranno previsti tronchetti di raccordo, con conicità non superiore a 15°, aventi estremità con attacchi (flangiati o filettati) e diametri esattamente uguali a quelli dell'apparecchiatura a cui verranno collegati.

I motori di azionamento delle pompe saranno di tipo protetto senza necessità di raffreddamento esterno (autoventilati o raffreddati direttamente dal fluido), adatti per il tipo di pompa cui sono destinati.

Le pompe saranno di tipo centrifugo ad asse verticale od orizzontale.

Per i circuiti acqua refrigerata le pompe saranno in esecuzione speciale con protezione anticondensa delle parti elettriche e dovranno avere il gruppo pompa termicamente isolato con guaina flessibile a cellule chiuse a base di gomma vinilica sintetica di spessore non inferiore a 19 mm rifinita esternamente con lamierino di alluminio. La finitura esterna dovrà essere smontabile.

Tutte le elettropompe (nel caso di pompe singole) o i gruppi d'elettropompe saranno provvisti di attacchi per manometro (con rubinetti di fermo).

Si utilizzeranno elettropompe a tenuta meccanica (con tenuta idraulica tra albero e corpo della pompa assicurata da appositi supporti meccanici o da premistoppa) per impianti di riscaldamento e di condizionamento, in tutti i casi in cui il fluido pompato contenga sostanze in sospensione o incrostanti, impianti di irrigazione, smaltimento liquami ecc.

Si utilizzeranno circolatori (in cui il rotore del motore risulta immerso nel liquido da pompare e non necessitano quindi di tenuta) per impianti di riscaldamento e ricircolo di acqua calda.

La portata di progetto, riferita alla girante montata, dovrà essere preferibilmente situata in prossimità del punto di massimo rendimento. Le curve caratteristiche prevalenza-portata dovranno risultare tali che la prevalenza sia sempre crescente al diminuire della portata, sino all'annullamento di questa. La prevalenza a mandata chiusa deve essere compresa tra il 110% ed il 120% della prevalenza richiesta con portata di progetto.

Inoltre, si dovrà verificare:

- Il livello di rumorosità; in particolare quando l'elettropompa è installata in prossimità di ambienti in cui sono richiesti bassi valori del livello sonoro
- La resistenza alla condensa; per circuiti che convogliano acqua fredda o refrigerata
- La resistenza ai liquidi antigelo, specialmente quando si hanno circuiti esterni che richiedono notevoli quantità di antigelo (es. negli impianti a pannelli solari)
- Il valore di NPSH; nei circuiti con bassa pressione sulla bocca di aspirazione ad esempio negli impianti idrici dove si pompa acqua aspirandola da un serbatoio a pelo libero

Quando sono previste due o più pompe in parallelo, le curve caratteristiche dovranno essere perfettamente uguali.

Il numero di indice di cavitazione dovrà essere inferiore a 200.

Il valore di NPSH richiesto dovrà essere inferiore a quello disponibile calcolato considerando, nel caso delle pompe orizzontali, che la distanza tra piano di posa e mezzeria della girante sia di 40 cm.

La pompa dovrà poter funzionare continuamente nel campo di portata 30-100% di quella di progetto. Il funzionamento della pompa dovrà essere stabile dal 30% fino al 120% della portata di progetto.

La velocità totale di vibrazione sui cuscinetti non dovrà superare i 5 mm/s a macchina nuova in collaudo e nel periodo di garanzia.

Le pompe dovranno avere velocità critiche torsionali e flessionali differenti di almeno il 20% dalle velocità di funzionamento continuo.

Gli spessori dei corpi e delle volute saranno previsti per la pressione minima di 10 bar in ogni caso maggiore ad 1,2 volte la pressione di progetto. Il sovrassessore di corrosione di almeno 1,5mm.

La pressione di progetto sarà < del 10% della pressione massima di esercizio a mandata chiusa alla velocità massima continua.

Le giranti saranno progettate per resistere alla massima velocità di rotazione.

Le flange di aspirazione dovranno essere atte a supportare anche la pressione di prova idraulica della carcassa.

Il basamento, ove previsto l'utilizzo di pompe con accoppiamento a giunto, dovrà essere comune a pompa e motore primo e fornito a completamento della stessa.

I cuscinetti a sfere o a rulli dovranno avere una durata nominale, nelle condizioni di carico previste dal progetto, non inferiore a 20.000 ore.

I cuscinetti a bronzina dovranno essere del tipo autolubrificanti.

I motori elettrici dovranno avere una potenza resa, incluso l'eventuale fattore di servizio, non inferiore a quella assorbita dalle pompe moltiplicata per un coefficiente di maggiorazione come segue:

- Potenza di targa del motore fino a 10 kW: maggiorazione 1,25
- Potenza di targa del motore tra 10 e 22 kW: maggiorazione 1,15
- Potenza di targa del motore tra 22 e 75 kW: maggiorazione 1,10

La potenza nominale dovrà comunque essere non inferiore alla potenza assorbita dalla pompa.

La potenza assorbita dalla pompa dovrà essere calcolata nel punto di funzionamento richiesto nelle peggiori condizioni di esercizio previste.

Il grado di protezione dei componenti elettrici deve essere almeno IP 54.

I motori delle pompe monoblocco completi di giranti dovranno essere equilibrati staticamente e dinamicamente.

Il corpo pompa dovrà essere dotato di opportuni sfiati aria per il riempimento e drenaggi di diametro non inferiore a 1/2"

In tutte le pompe orizzontali e verticali in line o su basamento deve essere possibile lo smontaggio di tutti gli organi rotanti, senza staccare le tubazioni di aspirazione e di mandata.

Le flange di aspirazione e di mandata delle pompe devono essere in grado di sopportare le forze esterne ed i momenti dovuti alla dilatazione o contrazione delle tubazioni di collegamento.

Salvo espressa deroga da parte della Committente, si richiede che le pompe non abbiano giranti con diametri minimi. Sostituendo le giranti deve essere possibile un aumento minimo della prevalenza dal punto di progetto del 5%.

5.9.1. Elettropompe a tenuta meccanica

Il motore potrà essere flangiato direttamente al corpo pompa o ad esso collegato da un blocco intermedio a doppia flangiatura (sia sul lato motore, che sul lato corpo pompa). La tenuta sarà di tipo meccanico non raffreddata esente da manutenzione per temperature fino a 120 °C, a baderna e premistoppa raffreddata ad acqua per temperature superiori.

La pompa sarà provvista di dispositivi di sfiato, scarico e di eliminazione della spinta assiale. Se necessario e/o espressamente richiesto, giranti e corpo - pompa saranno realizzati in materiale altamente resistente all'usura ed alla corrosione, quale acciaio inossidabile, oppure bronzo o ghisa trattati superficialmente in modo opportuno (vetrificazione o trattamento a base di resine epossidiche o similare).

Elettropompe centrifughe monoblocco in linea

Le elettropompe centrifughe monoblocco in linea saranno di tipo con accoppiamento diretto al motore elettrico, con funzionamento silenziosissimo.

Saranno costituite essenzialmente da:

- Girante in ghisa di qualità (oppure bronzo o acciaio INOX) equilibrata dinamicamente

- Corpo pompa in ghisa di qualità (oppure acciaio INOX stampato)
- Motore elettrico trifase con morsettiera, di tipo protetto (classe di protezione minimo IP 44) ruotante a 1450 giri/l' ventilato esternamente, con albero in acciaio INOX (sul quale sia calettata a sbalzo la girante) sostenuta da almeno due cuscinetti autolubrificanti o comunque esenti da manutenzione
- Supporti e sostegni completi d'ancoraggio
- Tronchetti conici (conicità non superiore al 15%) flangiati per il collegamento delle bocche della pompa alle rispettive valvole (o tubazioni): i diametri di estremità di ciascun tronchetto saranno esattamente eguali a quelli del rispettivo organo di collegamento (bocca della pompa-valvole-tubazioni)
- Guarnizioni, bulloni, eventuali controflange

La tenuta sarà di tipo meccanico esente da manutenzione né (almeno per temperature del fluido convogliato fino a 150°C) di raffreddamento.

La pompa sarà provvista di dispositivi di sfiato, scarico e di eliminazione della spinta assiale.

Se espressamente richiesto e/o necessario, potranno essere usate elettropompe in versione "gemellare" (con un unico corpo pompa e due giranti con due motori) con valvola deviatrice a clapet.

Le elettropompe destinate ad acqua refrigerata saranno termicamente isolate (il corpo pompa) con guaina di neoprene espanso da almeno 19 mm, con finitura esterna (smontabile) in lamierino di alluminio (compreso nel prezzo), oppure in altro sistema giudicato equivalente dalla D.L.

La tenuta sarà di tipo meccanico, non raffreddata, esente da manutenzione per temperature fino a 120 °C; raffreddata ad acqua per temperature superiori. La pompa sarà provvista di dispositivi di spurgo, sfiato e di eliminazione della spinta assiale. Le pompe per prevalenze elevate saranno del tipo a più giranti in serie.

Se necessario e/o espressamente richiesto, giranti e corpo pompa saranno realizzati in materiale altamente resistente all'usura ed alla corrosione, quale acciaio inossidabile oppure bronzo o ghisa trattati superficialmente in modo opportuno (vetrificazione, o trattamento a base di resine epossidiche o similare).

5.9.2.Circolatori

I circolatori saranno del tipo moncorpo adatti per impianti di riscaldamento e condizionamento, sia a circuito chiuso che aperto, con camera rotorica bagnata e cuscinetti in grafite lubrificata, adatti a funzionare per temperature d'acqua da -20 °C fino a +130 °C e durezza fino a 30 °F.

Il circolatore avrà almeno n° 2 velocità selezionabili per un migliore adattamento alle caratteristiche idrauliche dell'impianto.

Il circolatore sarà composto da:

- Girante e corpo pompa in materiale resistente all'usura ed alla corrosione, ad esempio acciaio INOX oppure bronzo o ghisa opportunamente trattati superficialmente (vetrificazione o trattamento a base di resine epossidiche o similari);
- Raccordi filettati fino a 1 ¼" e flangiati per diametro degli attacchi superiore
- Rotore e parti interne completamente inossidabili
- Canotto separatore in acciaio INOX, realizzato in unico pezzo con le due estremità portate all'esterno della pompa
- Dispositivo di eliminazione della spinta assiale
- Cuscinetti sinterizzati in grafite autolubrificanti, albero in acciaio INOX al cromo, privo di cuscinetto assiale
- Sistema antigrippaggio automatico
- Sfiato automatico e permanente dell'aria nella camera del rotore per i modelli con attacchi flangiati
- Pressione massima di esercizio non inferiore a 10 bar

- Alimentazione elettrica a 230 V se monofase o 400 V se trifase con frequenza 50 Hz
- Avvolgimento statorico con isolamento in classe "H"
- Modulo elettrico con grado di protezione IP 42
- Condensatore permanentemente inserito (in caso di motore monofase)
- Dispositivo per la variazione della velocità (min. 4 velocità). Le prestazioni di progetto saranno fornite con variatore in posizione media (esempio: posizione n° 3 nel caso di 5 posizioni del variatore)
- Morsettiera

Nel caso in cui sia richiesta l'esecuzione gemellare le caratteristiche dei singoli circolatori rimangono invariate.

5.10. CANALI AERAILICI

I canali saranno costruiti a perfetta tenuta d'aria, e dovranno quindi essere sigillati con mastice od altro su tutte le giunzioni (sia d'ogni singolo tronco, che fra un tronco e l'altro) e sui raccordi. All'esterno tutti gli spigoli e le giunzioni saranno rifiniti con nastro adesivo in alluminio.

In ogni caso le condotte saranno adatte a sopportare pressioni interne sia positive che negative fino a 900 Pa (90 mm c.a.) senza fughe apprezzabili né apprezzabili deformazioni (freccie di deformazione non superiori a 1% del lato del canale).

Le prove di tenuta e sigillatura dei canali dovranno essere condotte secondo indicazioni SMACNA. I ventilatori dovranno essere fatti funzionare per un periodo sufficiente onde consentire il bilanciamento dell'impianto e l'eliminazione della sporcizia e polvere all'interno dei canali e delle apparecchiature. Per questo periodo saranno impiegati filtri provvisori, che si intendono a carico dell'installatore. Tale operazione avverrà prima della posa di diffusori e/o bocchette.

Per evitare qualsiasi fenomeno di natura elettrochimica i collegamenti fra differenti parti di metalli diversi saranno realizzati con l'interposizione di adatto materiale isolante.

In conformità con le eventuali prescrizioni dettate dalle norme di sicurezza (Vigili del Fuoco, ecc.) saranno previste serrande tagliafuoco di tipo e dimensioni approvate.

Per rendere agevole la taratura delle portate d'aria, ogni derivazione dovrà essere dotata di serranda con settore esterno con vite di blocco e graduazione onde poter venire a conoscenza della posizione assunta dalla serranda stessa.

L'ubicazione delle serrande dovrà essere studiata con particolare cura considerando che esse possono essere fonte di rumore e di disuniforme distribuzione dei filetti d'aria.

Il bilanciamento delle portate d'aria nelle condotte potrà essere ottenuto anche con l'inserimento nei vari tronchi di diaframmi in lamiera zincata forata, con fori di diametro non inferiore a 20 mm (difficilmente soggetti, così, ad otturazione per sporcamento).

Dovunque richiesto o necessario saranno previsti dei fori, opportunamente realizzati, per l'inserimento di strumenti atti alla misura di portate, temperature, pressioni, velocità dell'aria, ecc. In quelle con lato maggiore pari o superiore a 300 mm saranno realizzati portelli di ispezione con dimensione minima di 300x400 mm (ove possibile posti sul lato inferiore) con interdistanza non superiore a 10 m e/o in vicinanza di ogni curva, diramazione o simile. I portelli saranno fissati con sistema che la ditta sottoporrà preventivamente all'approvazione della D.L. e che dovrà essere particolarmente curato esteticamente per le condotte a vista.

In ogni caso, se in fase d'esecuzione o collaudo si verificassero delle vibrazioni, l'installatore dovrà provvedere all'eliminazione delle stesse mediante l'aggiunta di rinforzi, senza nessun onere aggiuntivo.

I canali saranno costruiti con curve ad ampio raggio per facilitare il flusso d'aria. Tutte le curve ad angolo retto od aventi il raggio interno inferiore alla larghezza del canale saranno provviste di deflettori in lamiera a profilo alare.

La velocità dell'aria in relazione alle dimensioni dovrà essere tale da non generare rumorosità.

Tutte le curve di grande sezione saranno dotate di deflettori.

Salvo casi particolari, il rapporto tra il lato maggiore e quello minore non dovrà superare 2:1.

Le distribuzioni, sia di mandata che di ripresa, saranno provviste, ove necessario, di captatori, deflettori direttici a profilo alare e di tiranti d'irrigidimento in tondino di acciaio zincato.

In particolare, nei canali di mandata saranno usati captatori in lamiera d'alluminio:

- Per tutte le bocchette "a canale", che in realtà dovranno esser collegate al canale da un tronchetto delle stesse dimensioni della bocchetta, contenente la serranda ed il captatore
- Per tutti gli stacchi verticali di alimentazione di diffusori il diffusore sarà collegato al canale da un collare, dello stesso diametro del collo del diffusore, contenente la serranda ed il captatore
- Per tutti gli stacchi ad angolo retto (non raccordati) da plenum o da canalizzazioni

Inoltre, nei canali di mandata saranno usati deflettori curvi a profilo alare:

- In tutti i gomiti ad angolo retto e tutte le curve con raggi di curvatura del lato interno inferiore a cinque volte il raggio di curvatura del lato esterno
- In tutte le curve (e stacchi raccordati) a valle delle quali vi sia, ad una distanza inferiore o pari ad 8 volte la dimensione del lato "curvato" del canale, una bocchetta o un'altra diramazione

Nei canali di aspirazione saranno usati deflettori curvi a profilo alare:

- In tutti i gomiti ad angolo retto e le curve con raggio di curvatura interno inferiore a cinque volte il raggio di curvatura del lato esterno

Non saranno ammesse bocchette, griglie o diffusori sia di mandata che ripresa "montati" a filo di canale, cioè senza il tronco di raccordo.

La Direzione Lavori si riserverà di verificare, in qualsiasi momento, la rispondenza delle forniture alle prescrizioni con analisi (UNI EN ISO 1460) il cui costo sarà addebitato all'Appaltatore in caso di inadempienza.

I canali, le curve, i giunti, i raccordi ed i rinforzi dei canali stessi saranno costruiti secondo le indicazioni contenute nel "ASHRAE HANDBOOK, 1988 EQUIPMENT VOLUME" - capitolo 1 (chapter 1) - Duct Construction.

La velocità dell'aria all'interno dei canali dovrà essere contenuta entro i limiti indicati nella seguente tabella.

	Collettori in centrale (m/s)	Colonne montanti (m/s)	Diramazioni principali (m/s)	Diramazioni secondarie (m/s)	Diramazioni terminali (m/s)
Edifici residenziali	10	8	3,0 – 4,0	2,0 – 3,0	1,5 – 2,5
Alberghi, ospedali	10	8	5,0 – 6,5	3,5 – 5,0	2,5 – 3,5
Uffici	10	8	6,0 – 7,5	4,0 – 6,0	3,5 – 4,5
Teatri, auditorium	10	8	4,0 – 5,5	3,0 – 4,0	2,0 – 3,0
Ristoranti	10	8	7,5 – 9,0	4,0 – 6,0	3,5 – 4,5
Grandi magazzini	12	10	8,0 – 9,0	4,0 – 6,0	3,5 – 4,5
Industrie	15	12	10,0 – 12,5	5,0 – 7,5	4,0 – 5,0

Per i canali di mandata si utilizzano i valori inferiori del range, per i canali di ripresa i superiori.

5.10.1. Canali in metallo

Campo d'Impiego: distribuzione aria per riscaldamento raffreddamento ed estrazione.

I canali saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo (Sendzimir lock-forming quality) di prima scelta con spessore minimo di zinco corrispondente al tipo Z 200 secondo Norme UNI 5753.

Di seguito vengono fornite indicazioni anche per canali in acciaio inossidabile AISI 304 ed alluminio.

I canali a sezione rettangolare con lato di dimensione sino a 600 mm saranno bombati mentre per le misure superiori saranno rinforzati con angolari in acciaio zincato come segue:

Lato maggiore del canale	Dimensione dell'angolare di rinforzo	Distanza massima tra gli angolari di rinforzo
da 610 mm a 1000 mm	250x250x30 mm	1,00 metro
da 1010 mm a 2000 mm	400x400x40 mm	0,50 metri
oltre 2000 mm	500x500x50 mm	0,50 metri

I canali con lato maggiore superiore a 1000 mm avranno un rinforzo angolare longitudinale al centro del lato maggiore.

I canali con lato maggiore non superiore a 350 mm saranno rinforzati con nervature trasversali.

Le flange saranno sempre realizzate con profilati zincati.

Canali a sezione rettangolare bassa velocità e bassa pressione (fino a 10 m/s e fino a 500 Pa)

Spessori ed esecuzione saranno i seguenti:

Lato maggiore del canale	Spessore minimo lamiera (prima della zincatura)
ACCIAIO ZINCATO	
fino a 300 mm	6/10 mm
da 310 a 700 mm	8/10 mm
da 710 a 1200 mm	10/10 mm
da 1210 a 1500 mm	12/10 mm
da 1510 a 2000 mm	14/10 mm
oltre 2000 mm	16/10 mm
ALLUMINIO	
fino a 300 mm	8/10 mm
da 310 a 700 mm	10/10 mm
da 710 a 1200 mm	12/10 mm
da 1210 a 1500 mm	16/10 mm
ACCIAIO AISI 304	Vedi ACCIAIO ZINCATO

Giunzioni:

Lato maggiore del canale	Giunzioni tipo
fino a 350 mm	a baionetta o flangia, ogni 2,0 m max
da 360 a 750 mm	a flangia con angolari ogni 1,5 m max
da 750 a 1200 mm	a flangia con angolari ogni 1,5 m max
da 1210 a 2000 mm	a flangia con angolari ogni 1,5 m max
oltre 2000 mm	a flangia con angolari ogni 1,0 m max e rinforzo a metà lunghezza

Canali a sezione circolare bassa velocità e bassa pressione (fino a 10 m/s e fino a 500 Pa)

I canali circolari saranno del tipo spiroidale ed avranno i seguenti spessori minimi:

Diametro del canale	Spessore lamiera
fino a 300 mm	6/10 mm
da 310 a 500 mm	8/10 mm
da 510 a 900 mm	10/10 mm
da 910 a 1250 mm	12/10 mm
da 1260 a 1500 mm	14/10 mm
oltre 1500 mm	16/10 mm

I giunti trasversali saranno realizzati con nipples interni fissati con viti autofilettanti e con interposto mastice di tenuta o sigillante.

5.10.2. Canali flessibili

Campo d'Impiego: distribuzione terminale aria per riscaldamento raffreddamento.

Serviranno esclusivamente per i collegamenti da canalizzazione ad apparecchi terminali.

Il tipo di canale flessibile da impiegare è indicato negli altri elaborati di progetto, e potrà essere tra quelli di seguito descritti:

- a) Condotta flessibile realizzato in spirale di acciaio zincato, aggraffata meccanicamente ad un nastro in tessuto plastico, tale da dare una superficie interna liscia. L'eventuale isolamento termico sarà eseguito successivamente all'esterno
- b) Condotta flessibile realizzato con un nastro di alluminio o di acciaio inossidabile avvolto elicoidalmente. Le giunzioni elicoidali saranno tali da garantire tenuta all'aria e flessibilità. L'eventuale isolamento termico andrà applicato all'esterno. I canali saranno incombustibili (classe 0 di reazione al fuoco secondo il D.M.I. 26/6/84)
- c) Condotta come al punto a), ma forellato (per fonoassorbimento) e rivestito all'origine con materassino (di isolamento termoacustico) in lana minerale, di spessore non inferiore a 25 mm, rivestito all'esterno con guaina di PVC o polietilene, o materiale simile autoestinguente
- d) Condotta flessibile realizzato da doppio strato di tessuto in materiale plastico rinforzato con fibra di vetro, irrigidito da una spirale di acciaio armonico avvolta tra i due strati di tessuto. Il condotto dovrà avere classe di reazione al fuoco non superiore a 1, secondo il D.M.I. 26/6/84. Il canale dovrà avere superficie interna liscia. L'eventuale isolamento termico andrà applicato all'esterno

In ogni caso i canali saranno a perfetta tenuta, leggeri, robusti, di elevatissima flessibilità e adattabilità ed avere classe di reazione al fuoco non superiore a 1 o 2 in funzione della destinazione d'uso dell'attività cui sono destinati.

Tutti i raccordi e le giunzioni dei condotti flessibili fra loro, o a condotti rigidi, saranno del tipo a manicotto, con fascetta stringitubo a vite, montata con interposizione di gomma o altro materiale di tenuta.

Qualora il diametro del flessibile sia diverso da quello dell'attacco dell'apparecchio da collegare (unità terminale o simile) verrà utilizzato un raccordo troncoconico rigido in lamiera zincata, saldata a stagno lungo una generatrice, e collegato al condotto flessibile nel modo su esposto.

Non è in ogni caso opportuno l'impiego di tratti di canali dell'aria di tipo flessibile aventi lunghezza superiore a 2 metri.

5.11. INSTALLAZIONE DEI CANALI

5.11.1. Accorgimenti per la posa dei canali aerulici

I canali, salvo indicazioni esplicite differenti, dovranno correre parallelamente alle pareti, alle travi ed alle strutture in genere, oppure in posizione ortogonale ad esse.

Durante il montaggio in cantiere, le estremità e le diverse aperture dei canali, saranno tenute chiuse da appropriate coperture (tappi, fondelli) in lamiera.

Se richiesto, prima della messa in moto degli impianti, tutte le bocchette di mandata saranno ricoperte con della tela; dopo due ore di funzionamento questa copertura sarà eliminata e tutte le bocchette pulite, smontandole se necessario.

Nelle sezioni dei canali ove sono installati filtri, serrande tagliafuoco, batterie di post-riscaldamento, serrande motorizzate e per la pulizia dei condotti, sarà necessario installare portine o pannelli d'ispezione.

Dovrà essere assicurata la continuità metallica alle giunzioni mediante treccia di rame munita di capocorda fissata agli estremi flangiati dei canali.

Ad installazione avvenuta si dovrà provvedere alla sigillatura dei canali ad evitare perdite di aria lungo il loro percorso. I sigillanti a supporto liquido volatile, potranno essere impiegati unicamente per rifiniture o per sigillare giunzioni che presentino aperture di modesta entità. I sigillanti semisolidi dovranno essere applicati a spatola o mediante pistola a pressione. Non sono ammessi sigillanti semisolidi a base oleosa. Nel caso di giunzioni flangiate si dovrà provvedere all'inserzione fra le flange di guarnizioni di neoprene o materiale plastico che dovranno essere fissate alle flange stesse mediante mastice adeguato.

Per quanto riguarda i canali al servizio delle zone sterili o infette (sarà dichiarato dalla Committente all'inizio dei lavori) dovrà essere usata una cura particolare nelle sigillature dei canali e di tutto quanto a questi collegato. In tali casi le perdite di aria dovranno essere assolutamente nulle.

Nell'unione dei canali alle apparecchiature occorre predisporre un giunto antivibrante che renda indipendente il canale dell'apparecchiatura.

Nei rami principali dei canali di mandata e di ripresa in corrispondenza delle parti terminali di tratti rettilinei devono essere predisposte prese in PVC con tappo a vite adatte per la misurazione della portata di aria mediante "Tubo di Pitot" o a anemometro a microventola.

5.11.2. Supporti ed ancoraggi

Tutto il materiale di supporto ed ancoraggio sarà in acciaio zincato (salvo il caso di canali in acciaio INOX, in cui supporti ed ancoraggi saranno pure in acciaio INOX), fissati con bulloni.

Nei percorsi orizzontali, i supporti saranno costituiti da profilati posti sotto i canali (collari costituiti da due gusci smontabili, nel caso di canali circolari) e sospesi con tenditori a vite regolabili.

Tali tenditori saranno generalmente fissati mediante viti ad espansione nelle strutture o altri sistemi tali da non compromettere la staticità e la sicurezza delle strutture portanti.

Per i condotti a sezione rettangolare fino a 800 mm di lato saranno impiegati dei profili stampati ad "L" (squadrette) di lamiera zincata, fissate al condotto mediante viti autofilettanti oppure rivetti.

In ogni caso il sistema di ancoraggio dovrà essere espressamente approvato dalla D.L.

Il numero di supporti e la distanza tra gli stessi dipenderà dal percorso, dalle dimensioni e dal peso dei canali.

Di regola comunque vanno sostenute con staffaggi il cui interasse diminuirà con l'aumentare della sezione delle condotte come segue:

- Sezione fino a 0,5 mq: interasse non inferiore a 3 m
- Sezione tra 0,5 e 2 mq: interasse non inferiore a 2 m
- Sezione oltre 2 mq: interasse non inferiore a 1,5 m

Nei percorsi verticali i supporti saranno costituiti da collari, con l'interposizione di uno strato di feltro o neoprene o altro materiale elastico in grado di assorbire le vibrazioni.

In casi particolari potrà essere richiesta una sospensione munita di sistema a molla oppure con particolari antivibranti in gomma.

I collari saranno fissati alle strutture e alle murature come sopra indicato.

Qualora i canali passino attraverso pareti, divisori, ecc., tra i canali e le pareti sarà interposto un adeguato strato di materiale di supporto elastico, onde evitare trasmissioni di vibrazioni o insorgenza di crepe.

5.11.3. Prova dei canali

Per canali a bassa velocità e bassa pressione dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore, ed a discrezione della Direzione Lavori le seguenti prove di tenuta e rigidità.

1.1.1.1.1.2 PROVE DI TENUTA

Classi di tenuta dei canali aerulici secondo UNI 10381-1:

- Classe di tenuta "A": perdita per fughe d'aria ammessa: 2.4 l/s·m² (a 1000 Pa): per la realizzazione di distribuzioni aeruliche con condotte aggraffate, per impiego in sale riunioni, aule, laboratori, uffici, etc. Le tecniche di costruzione da adottare per questa classe non richiedono accorgimenti particolari
- Classe di tenuta "B": perdita per fughe d'aria ammessa: 0.8 l/s·m² (a 1000 Pa): per la realizzazione di distribuzioni aeruliche con condotte aggraffate, per impiego in ambienti sterili (camere bianche); in questi impieghi, vanno sempre previste misure di tenuta delle fughe d'aria, che generano un ulteriore aumento dei costi rispetto alla realizzazione in classe A
- Classe di tenuta "C": perdita per fughe d'aria ammessa: 0.28 l/s·m² (a 1000 Pa): per la realizzazione d'impianti nel settore dell'energia nucleare, degli isotopi e delle radiazioni. In questo caso la tenuta delle condotte deve essere assicurata per saldatura delle connessioni longitudinali e non per aggraffatura

La classe di tenuta dell'impianto deve essere commisurata all'impiego come specificato.

Come previsto dalla norma europea EN 13779, le condotte installate al di fuori degli ambienti climatizzati (ad esempio nei controsoffitti), devono essere almeno in Classe B mentre la Classe A è ammessa solo per canali a vista in ambiente.

Le prove di tenuta devono essere eseguite in conformità alle norme UNI citate.

1.1.1.1.1.3 RIGIDEZZA, RESISTENZA E TENUTA DEI GIUNTI TRASVERSALI

I giunti dovranno essere in grado di resistere ad una pressione pari a 1,5 volte la massima pressione di esercizio senza cedimenti o fessurazioni.

Le sigillature dei giunti dovranno risultare a perfetta tenuta ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio.

Metodi e misure

L'aria per la pressurizzazione della sezione del canale in prova, potrà essere fornita da un qualsiasi dispositivo in grado di mantenere la pressione di prova sia essa positiva o negativa.

Le misure di pressione dovranno essere eseguite con un manometro ad "U" del tipo ad acqua o equivalente.

L'attacco per la presa di pressione dovrà essere sullo stesso lato dell'attacco per l'immissione dell'aria e da esso distante non meno di 150 mm.

Come già stato detto in precedenza, la pressione di prova dovrà raggiungere il 150% del valore della corrispondente pressione di esercizio

La deformazione del giunto in prova dovrà essere misurata da un estensimetro a comparatore in grado di valutare deformazioni dell'ordine di 0,0025 mm.

Metodologia di esecuzione del collaudo

- 1) Senza aver montato l'estensimetro a comparatore, il tratto di canale in prova, preventivamente sezionato mediante l'inserimento di due bandelle trasversali, dovrà essere pressurizzato ad una pressione pari ad 1,5 volte la pressione di esercizio. In questa prima fase, anche senza l'ausilio di specifici strumenti, sarà possibile verificare la presenza di macroscopiche deformazioni o l'eventuale separazione dei giunti o fessurazioni
- 2) Nel caso di separazione del giunto in prova o di evidenti fessurazioni. Il Tecnico della Committente provvederà a registrare su apposito modulo il valore della pressione di prova e l'esito negativo di questa. L'installatore dovrà provvedere, per mezzo dei sigillanti prescritti, a riparare i guasti. La prova verrà ripetuta con le stesse modalità dopo il tempo necessario al sigillante per espletare la sua azione
- 3) Dovrà essere posizionato l'estensimetro ed eseguita una prima misura (D1) a pressione differenziale nulla (esterno/interno)
- 4) Il tratto di canale in prova dovrà essere messo in pressione (pressione di esercizio) in modo da poter eseguire una seconda misura (D2)
- 5) Dovrà essere nuovamente annullata la pressione dell'interno della sezione in prova e si eseguirà una nuova registrazione (D3)
- 6) La sezione in prova verrà di nuovo portata alla pressione di esercizio e se ne controllerà la buona tenuta con una soluzione di acqua saponata
- 7) La pressione dovrà essere portata ad un valore pari a 1,5 volte la pressione di esercizio e mediante la solita soluzione di acqua saponata si dovrà verificare la presenza di fessurazioni
- 8) Dovrà essere annullata la pressione all'interno della sezione in prova e si registreranno gli esiti del collaudo

Il giunto sottoposto a collaudo dovrà essere considerato funzionalmente adeguato alla sua classe di pressione se risulteranno verificate le seguenti condizioni:

La deformazione media del giunto, D_m , non dovrà aver superato i 6,5 mm; D_m è definito come segue:

$$D_m = \frac{(D_2 - D_1) + (D_2 - D_3)}{2}$$

dove:

- D1 indicazione dell'estensimento nell'operazione 3
- D2 " " " 4
- D3 " " " 5

Non dovranno essersi verificate deformazioni locali, separazioni del giunto durante la prova ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio.

Il giunto (prova con la soluzione di acqua saponata) dovrà essersi mostrato stagno ad una pressione pari ad 1,5 volte la pressione di esercizio.

Le prove, a cura e spese dell'Appaltatore, saranno eseguite a discrezione della Direzione Lavori secondo le prescrizioni SMACNA prima dell'applicazione d'eventuali rivestimenti isolanti.

5.11.4.Criteri di valutazione

Per la valutazione delle quantità di canalizzazioni, in fase sia di progetto che di contabilizzazione, vengono usati i criteri qui di seguito esposti.

Si precisa comunque che gli oneri per sfridi, supporti, materiali di consumo e così via, non costituiscono maggiorazioni sulla quantità: di essi si dovrà tenere conto esclusivamente nel prezzo unitario.

- Canali rettangolari metallici (misurazione in kg) - Si valuterà la superficie sviluppata in piano dei canali, considerata per ogni metro lineare, dalla somma delle lunghezze dei quattro lati aumentata di 0,15 m, per tenere conto delle ribordature longitudinali e sui giunti; tale superficie sarà moltiplicata per il peso sotto esposto. Dei supporti, o di quanto altro non menzionato, le Ditte dovranno tenere conto esclusivamente nel prezzo unitario
- Canali circolari metallici (misurazione in kg) - Si valuterà lo sviluppo in superficie dei vari tronchi (3,14 x D mq/m) aumentata del 5% per tenere conto delle aggraffature. Tale superficie verrà moltiplicata per i pesi delle lamiere sotto esposti. Delle fascette stringitubo, dei materiali di tenuta, manicotti di raccordo, supporti, e di quanto altro non specificato, le Ditte dovranno tenere conto nel prezzo unitario.
- Canali rettangolari in pannelli (misurazione in mq) - Si valuterà la superficie sviluppata in piano dei canali compreso lo spessore del pannello. Dei supporti, o di quanto altro non menzionato, le Ditte dovranno tenere conto esclusivamente nel prezzo unitario
- Canali flessibili (misurazione in m) - Vengono misurati a lunghezza, suddivisi per tipo di canale e per diametri. Le voci sfridi, materiali di consumo ecc., vanno computate esclusivamente nel prezzo unitario.

Lo sviluppo lineare delle canalizzazioni viene misurato sull'asse dei baricentri, curve e diramazioni incluse.

Le variazioni di sezione saranno valutate per il 50% del loro sviluppo lineare come canalizzazione con sezione pari a quella maggiore ed il restante con sezione pari a quella minore.

Per il suo peso unitario della lamiera di acciaio verranno adottati i seguenti valori:

- Spessore 8/10 mm: 8,10 kg/mq
- Spessore 10/10 mm: 9,50 kg/mq
- Spessore 12/10 mm: 11,40 kg/mq

5.12. ACCESSORI PER CANALI

5.12.1.Griglie di presa aria esterna ed espulsione

Le griglie saranno in acciaio zincato o alluminio ad alette fisse a speciale profilo antipioggia, con rete zincata antinsetti.

Dovrà anche essere presa in considerazione l'altezza d'installazione per garantire un'efficace protezione dalla neve, onde evitare depositi che possano impedire il regolare flusso dell'aria.

La velocità d'attraversamento dell'aria dovrà essere inferiore a 2.5 m/s per griglie di presa aria esterna e 4 m/s per le griglie di espulsione.

5.12.2.Serrande di regolazione

Le serrande saranno utilizzate ovunque sarà necessario equilibrare i circuiti.

Qualora la dimensione del canale dovesse essere superiore ai 300 mm, saranno installate serrande del tipo ad alette multiple.

Ogni serranda avrà un settore con dado a farfalla e tacche di riferimento per consentire l'individuazione della posizione di regolazione.

Le alette saranno in lamiera zincata 15/10 mm minimo, irrigidite per piegatura ed avvitate su un albero girevole su cuscinetti stagni; l'albero avrà un diametro minimo di 12 mm e girerà su cuscinetti in nylon o teflon.

In casi particolari, su attacchi a 90°, saranno installate delle serrande a farfalla; esse saranno manovrabili a mezzo di asta filettata, che attraversa la parete del canale, e dado a farfalla.

Nel caso di canali circolari la serranda sarà del tipo a farfalla con aletta rinforzata, di tipo profilato.

Le serrande saranno provviste di levismi e staffature per il comando manuale o servocomandato a seconda di quanto richiesto. Nel caso di azionamento manuale, la leva di manovra dovrà essere facilmente bloccabile nella posizione prescelta e dovrà portare una graduazione dalla quale si possa facilmente leggere senza incertezze il grado di apertura della serranda stessa.

In ogni caso la serranda dovrà essere delle stesse dimensioni del canale salvo esplicithe prescrizioni diverse.

Qualora le canalizzazioni dell'aria nelle quali è inserita la serranda non siano in lamiera zincata, la serranda dovrà essere costruita nello stesso materiale (ad esempio alluminio o acciaio INOX) con cui sono costruiti i canali.

5.12.3.Serrande di taratura

Dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle norme DIN 1946, costituite da alette nervate semplici in lamiera di acciaio zincato, a movimento contrapposto, con assi alloggiati in boccole di nylon e telaio con profilo ad "U", levismi in lamiera d'acciaio zincato, servocomando elettrico o pneumatico. Complete di controtelaio in acciaio zincato di fissaggio a canale e di ogni accessorio per la perfetta messa in opera nel rispetto della normativa vigente.

5.12.4.Serrande tagliafuoco

Le serrande tagliafuoco saranno utilizzate ovunque sarà necessario attraversare solette o pareti tagliafuoco, dove indicato sui disegni o elaborati di progetto, o comunque se richiesto dai VV.F.

Saranno della stessa forma (circolare o rettangolare) e dimensioni del canale in cui vanno inserite.

Qualora le canalizzazioni dell'aria nelle quali è inserita la serranda non siano in lamiera zincata, la serranda dovrà essere costruita nello stesso materiale (ad esempio alluminio o acciaio INOX) con cui sono costruiti i canali.

Saranno del tipo per installazione a parete o da canale, costituite da un involucro, ed accessori di funzionamento in lamiera zincata o in altro materiale come specificato nell'Elenco Prezzi Unitari, complete di dispositivi automatici di chiusura, battute angolari inferiore e superiore, bussole in plastica e movimento di sgancio termico tramite fusibile con temperatura di fusione al valore prescritto e tramite dispositivo di riarmo di tipo motorizzato ed asservito a sistema centralizzato di rilevazione incendi, se richiesto.

La serranda sarà inoltre dotata di portello d'ispezione, vite di regolazione e microinterruttore di segnalazione dello scatto.

Saranno previsti microinterruttori per la segnalazione di stato della serranda.

Dovranno essere di tipo omologato ed approvato dal M.I., REI 60/90/120 o più secondo quanto richiesto (comunque non inferiore al grado di resistenza al fuoco della superficie tagliafuoco attraversata) e rigorosamente accompagnate da certificazione conforme a quanto prescritto dai VV.F.

L'installazione della pala di chiusura dovrà avvenire perfettamente in asse con la struttura di compartimento relativa. In tal senso sarà preferibile utilizzare serrande omologate dotate di beverageggi di rimando a comando remoto fuori parete. In alternativa saranno fornite serrande dotate di cofanatura in fibrosilicati dotata della medesima resistenza al fuoco del compartimento.

Sarà comunque evitato lo scasso della parete o di parte di essa al fine dell'inserimento delle apparecchiature di comando della serranda con relativa riduzione del grado di resistenza della compartimentazione stessa.

L'azionamento dovrà avvenire con fusibile termico tarato normalmente a 74°C.

L'azionamento potrà avvenire in alternativa, con elettromagnete comandato per eccitazione, con elettromagnete comandato per diseccitazione, con fusibile elettrico collegato a servomotore elettrico o da servomotore elettrico a molla di riarmo (eccetto nell'ultimo caso, il riarmo della serranda è sempre manuale e nel caso di azionamento con fusibile meccanico occorre prevedere sportello di ispezione per il riarmo).

Se richiesto quindi, la serranda tagliafuoco dovrà essere del tipo con dispositivo di sgancio elettrico adatto ad essere azionato dall'impianto di rilevazione fumi: naturalmente rimarrà il fusibile e lo sgancio dovrà poter avvenire sia per intervento del fusibile che, indipendentemente, per intervento del dispositivo elettrico. In altre parole, l'intervento di uno qualsiasi dei due meccanismi dovrà provocare la chiusura della serranda.

Sempre se richiesto, la serranda dovrà essere dotata di servocomando elettrico o pneumatico per l'apertura.

In ogni caso sia la serranda che tutti gli automatismi dovranno essere omologati ed approvati dal M.I. nel loro insieme.

5.12.5. Silenziatori

Saranno costituiti essenzialmente da:

- Involucro esterno in lamiera zincata da almeno 1 mm, con flange, bulloni e guarnizioni per il collegamento ai canali
- Rivestimento interno in materiale fonoassorbente, e lamierino forato
- Setti afonizzatori interni longitudinali (realizzati in lamierino forato racchiudente materiale fonoassorbente) fissati all'involucro esterno per rivettatura o simile

Il silenziatore dovrà avere come minimo le seguenti caratteristiche di abbattimento complessivo (tenuto conto anche della rigenerazione) per banda di ottava:

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
dB	7	12	16	28	35	35	28

Tali prestazioni dovranno essere rese con una perdita di carico, valutata alla portata di esercizio, non superiore a 4-5 mm c.a.

A tale scopo il silenziatore sarà di dimensioni frontali un po' superiori a quelli del canale in cui è inserito, e sarà a questo raccordato con appositi tronchi conici di raccordo, con conicità non superiore a 15°.

Le prestazioni su esposte devono intendersi come dei minimi, nel senso che se la rumorosità nei locali superasse, a causa di rumori provenienti dalle canalizzazioni, i livelli NC consigliati, la Ditta dovrà, senza alcun onere per la S.A., sostituire o modificare i silenziatori, in modo da far rientrare la rumorosità entro livelli accettabili.

Se espressamente richiesto in altre sezioni del Capitolato o in altri elaborati, il silenziatore sarà del tipo "clean-flow", cioè con superficie fonoassorbente protetta.

Qualora i canali d'aria entro cui è inserito il silenziatore non siano in acciaio zincato, il silenziatore sarà realizzato nello stesso materiale (ad esempio alluminio o acciaio INOX) dei canali.

Nel caso di canali circolari i silenziatori saranno costituiti essenzialmente da:

- Involucro esterno in lamiera zincata da almeno 1 mm, con flange, bulloni e guarnizioni per il collegamento ai canali
- Rivestimento interno in materiale fonoassorbente, e lamierino forato, o simile
- Per i diametri interni da 300 mm in poi: ogiva interna in materiale fonoassorbente, rivestito c.p.d.

Il silenziatore dovrà avere come minimo le seguenti caratteristiche di abbattimento complessivo (tenuto conto anche della rigenerazione) per banda di ottava:

Hz	63	250	125	500	1000	2000	4000
SENZA OGIVA dB	2	5	10	14	14	11	8
CON OGIVA dB	6	9	14	22	22	17	15

Tali prestazioni dovranno essere rese con una perdita di carico, valutata alla portata di esercizio, non superiore a 5 mm c.a.

A tale scopo il silenziatore sarà di dimensioni frontali un po' superiori a quelle del canale in cui è inserito, e sarà a questo raccordato con appositi tronchi conici di raccordo, con conicità non superiore a 15°.

Le prestazioni su esposte devono intendersi come dei minimi, nel senso che se la rumorosità nei locali superasse, a causa di rumori provenienti dalle canalizzazioni, i livelli NC consigliati, la Ditta dovrà, senza alcun onere per la S.A., sostituire o modificare i silenziatori, in modo da far rientrare la rumorosità entro livelli accettabili.

Se espressamente richiesto in altre sezioni del presente capitolato o in altri elaborati, il silenziatore sarà del tipo "clean-flow", cioè con superficie fonoassorbente protetta.

Qualora i tronchi dei canali d'aria entro cui è inserito il silenziatore non siano in acciaio zincato, il silenziatore sarà realizzato nello stesso materiale (ad esempio alluminio o acciaio INOX) dei canali.

5.13. TERMINALI DI MANDATA ARIA

A seconda di quanto necessario e/o prescritto, verranno usati i seguenti tipi di bocchette, diffusori e griglie.

Le griglie e bocchette dovranno essere fornite complete di tutti gli accessori necessari (serranda, controtelaio, ecc.) il tutto compreso nel prezzo unitario in opera di offerta.

Lo stesso dicasi per i diffusori (completi di serranda, captatore, collare ecc.).

Qualora richiesto, i diffusori dovranno essere provvisti di filtri. In funzione del tipo di applicazione dovranno utilizzarsi filtri con diversi livelli di efficienza fino ad efficienza 99,97% DOP o superiore per applicazioni ospedaliere per sale operatorie o altri ambienti sterili (filtri assoluti).

5.13.1. Bocchette

Le bocchette di mandata a parete, con lancio dell'aria orizzontale, saranno da utilizzarsi, solo se espressamente indicato, in quei luoghi dove per evidenti motivi strutturali, o di lay-out, non sarà possibile diffondere l'aria dal soffitto.

Saranno a sezione rettangolare, realizzate in alluminio estruso, anodizzato e satinato oppure in acciaio verniciato (secondo quanto richiesto) con due ranghi di alette singolarmente orientabili al fine di poter correggere la sezione di passaggio e, conseguentemente il lancio, e complete di serranda di taratura ad alette multiple, controrotanti, manovrabili con chiavetta.

Qualora la bocchetta debba essere montata a muro dovrà essere fornita completa di controtelaio in lamiera zincata con anche di bloccaggio; il fissaggio della bocchetta al controtelaio avverrà con clips o nottolini o viti (a scelta della D.L.); nella battuta della cornice esterna sarà inserita una guarnizione per la perfetta tenuta.

Il canale di alimentazione della bocchetta dovrà arrivare murato fino al controtelaio.

Qualora la bocchetta debba essere montata direttamente sul lato del canale (anche se si tratti di un terminale) essa sarà collegata da un tronchetto di lamiera zincata, (di lunghezza sufficiente a contenere la bocchetta e la serranda) con cornice esterna piegata, cui andrà fissata con viti la bocchetta, previa inserzione di guarnizione di tenuta.

Le bocchette di mandata del tipo ad induzione saranno di tipo a getto elicoidale, ad elevato rapporto di induzione, in materiale termoplastico verniciabile. Sarà costituita da un collare con un tratto cilindrico ed un tratto troncoconico (con battute terminali) entro il quale si innesta il frutto, di forma ogivale, con deflettori interni elicoidali. Il frutto sarà regolabile, come posizione rispetto al collare, così da adeguare la portata ai valori richiesti. Il collegamento tra collare e canale di mandata avverrà con l'interposizione di un tronco cilindrico di raccordo (compreso sul prezzo della bocchetta) di lunghezza adeguata, infilato sul collare ed accuratamente sigillato a questo.

5.13.2. Diffusori

I diffusori saranno selezionati secondo l'effetto induttivo, la differenza di temperatura fra l'aria di mandata e quella ambiente, l'altezza di montaggio dell'apparecchio, l'area da servire, il livello sonoro, ecc.

L'Appaltatore dovrà ottenere da parte del costruttore una garanzia totale sulla buona diffusione dell'aria; a questo scopo esso dovrà comunicare al costruttore tutti i dati occorrenti (eventualmente anche i disegni di montaggio).

La selezione avverrà in modo da ottenere nella zona di occupazione una velocità dell'aria compresa fra 0,12 e 0,20 m/s, secondo la destinazione del locale.

A questo scopo sarà opportuno:

- Per ottenere una buona ripartizione del flusso d'aria sui coni di diffusione, che la velocità nel canale di mandata sia inferiore alla velocità nel collo del diffusore
- Per ottenere un livello di pressione sonora molto basso, che l'organo di regolazione della portata sia installato distante dal diffusore (in particolare nei canali ad elevata pressione statica)

I diffusori a coni, salvo indicazioni contrarie, saranno in alluminio estruso, satinato ed anodizzato colore alluminio oppure in acciaio verniciato (secondo quanto richiesto), a più coni fissi, ad alto rapporto d'induzione. Saranno completi di serranda a bandiera, captatore di flusso e collare di collegamento al canale.

Il fissaggio del diffusore sarà ottenuto con viti autofilettanti direttamente al collare o ad un controtelaio (a sua volta fissato al collare o al controsoffitto). La tenuta sarà realizzata con l'impiego di guarnizioni.

I diffusori quadrati o rettangolari saranno costituiti e completi come sopra descritto.

Se richiesto o comunque necessario in relazione all'altezza dei locali e/o alla distribuzione dell'aria, i diffusori saranno del tipo a coni regolabili, a pari prezzo.

I diffusori di tipo lineare saranno di tipo ad elevato rapporto di induzione, realizzati in profilati di alluminio anodizzato naturale, adatti per installazione sia a soffitto che a parete. La diffusione dell'aria avverrà attraverso una o più feritoie (secondo le esigenze di distribuzione e portata), contenenti dei deflettori longitudinali regolabili per l'orientazione del getto.

Il diffusore sarà anche corredato di raddrizzatori di flusso ad alette parallele (posti sopra il deflettore) e di serranda di taratura (per ogni feritoia).

Il diffusore sarà provvisto di cornici perimetrali e sarà fornito completo di controtelaio di tipo adeguato e materiali di supporto-ancoraggio.

L'unione fra più elementi avverrà a mezzo di baionette.

Tutti i diffusori saranno muniti d'organo di regolazione accessibile senza dover effettuare smontaggi difficoltosi.

Nel caso i diffusori non siano installati sui tratti terminali dei canali oppure nel caso in cui la lunghezza del canotto di collegamento sia inferiore a 30 cm, si dovrà prevedere un captatore sull'imbocco al canale.

5.14. TERMINALI DI RIPRESA ARIA

5.14.1. Bocchette

Saranno in alluminio estruso o acciaio (secondo quanto richiesto) come quelle di mandata ma con un solo ordine di alette fisse e complete di serranda di taratura come precedentemente descritto. Il montaggio avverrà in maniera analoga alla bocchetta di mandata.

Qualora la bocchetta di ripresa sia richiesta provvista di filtro, il filtro sarà costituito da un materassino in lana di vetro a fibra lunga (spessore 20-25 mm) trattato con resine, da alloggiare entro un telaio, applicato nel canale, all'interno del foro per la bocchetta (o griglia) e corredato di rete metallica zincata a maglia di 1 cm un secondo telaio mobile, pure con rete, terrà bloccato il materassino filtrante. La bocchetta (o griglia) dovrà essere fissata al canotto di raccordo con clips, in modo da risultare facilmente smontabile per la sostituzione del filtro.

5.14.2. Griglie

Saranno in alluminio estruso o acciaio verniciato a forno (secondo quanto richiesto) ad un solo rango di alette fisse con distanziatori montati in modo da eliminare ogni vibrazione. Qualora non sia diversamente specificato nei disegni o in altri elaborati di progetto, sarà completa di serranda di taratura, ad alette controrotanti, manovrabile con apposita chavetta.

Qualora la griglia debba essere montata a muro, sarà provvista di controtelaio in lamiera zincata con zanche di bloccaggio; il fissaggio della griglia al controtelaio avverrà con clips o nottolini o viti (a scelta della D.L.). Dietro la battuta della cornice sarà posta una guarnizione di tenuta. Il canale di ripresa dovrà arrivare, murato, fino al controtelaio.

Qualora la griglia debba essere montata direttamente a fianco del canale (anche trattandosi di un terminale) sarà collegata ad esso da un tronchetto in lamiera zincata (di lunghezza sufficiente a contenere griglia e serranda) con cornice piegata, cui andrà fissata con viti o nottolini la griglia, previa inserzione di guarnizione di tenuta.

Nel caso d'aspirazione a pavimento, saranno previste griglie (in ottone od altro materiale da approvare) del tipo pedonabile ed asportabile con relativo "cestello" sottostante.

In ogni caso la velocità d'attraversamento dell'aria dovrà essere inferiore a 1.5 m/s.

Qualora la griglia di ripresa sia richiesta provvista di filtro, il filtro sarà costituito da un materassino in lana di vetro a fibra lunga (spessore 20-25 mm) trattato con resine, da alloggiare entro un telaio, applicato nel canale, all'interno del foro per la bocchetta (o griglia) e corredato di rete metallica zincata a maglia di 1 cm un secondo telaio mobile, pure con rete, terrà bloccato il materassino filtrante. La bocchetta (o griglia) dovrà essere fissata al canotto di raccordo con clips, in modo da risultare facilmente smontabile per la sostituzione del filtro.

5.14.3. Valvole di aspirazione

Queste valvole saranno da impiegarsi in particolare per l'estrazione dell'aria viziata dai servizi igienici.

La costruzione dovrà essere di tipo circolare ad alta perdita di carico e basso livello di rumorosità, in lamiera laccata di colore bianco salvo esplicite indicazioni diverse.

La regolazione dovrà essere consentita mediante la rotazione relativa dei coni, con la possibilità di blocco sul valore desiderato con dado posteriore o sistema equivalente.

Il fissaggio sarà analogo a quello dei diffusori circolari.

La valvola sarà completa di collare di collegamento al canale oltre che tutti gli accessori di fissaggio.

5.14.4. Griglie di transito

Le griglie di transito saranno del tipo antiluce, con alette fisse a "V" e telaio in robusto profilato a profondità regolabile.

Per dimensioni fino a 10 dmq, sarà in alluminio estruso oppure in acciaio verniciato (secondo quanto richiesto) costituita da una intelaiatura con una serie di alette a labirinto, ripiegate cioè a dente di sega, completa di cornice su ambo le facce. Se necessario, sarà completa di controtelaio da murare.

Per dimensioni superiori a 10 dmq, si potranno usare griglie identiche alle griglie di ripresa in acciaio o alluminio (secondo quanto richiesto) con cornice nello stesso materiale su ambo le facce, previa autorizzazione della D.L.

La velocità d'attraversamento dell'aria dovrà essere inferiore a 1 m/s.

5.15. ISOLAMENTO TERMICO DEGLI IMPIANTI

Tutti gli isolamenti dovranno essere realizzati in conformità delle leggi in materia di risparmio energetico (Legge 10/91 con relativi regolamenti di esecuzione).

I materiali isolanti dovranno essere scelti con cura con attenzione alle seguenti caratteristiche:

- Basso coefficiente di conducibilità termica
- Comportamento al fuoco conforme alle norme di sicurezza, in ogni caso è bene che il materiale isolante non propaghi la fiamma, non abbia post-combustione e non rilasci gas tossici
- Inorganicità, non deve essere attaccabile da umidità e muffe
- Non aggressività chimica, non deve innescare o facilitare fenomeni corrosivi
- Basso calore specifico, per evitare tempi lunghi nella messa a regime dell'impianto
- Durata nel tempo, con conservazione delle caratteristiche iniziali
- Facilità di posa in opera

Qualora la conduttività termica dei materiali impiegati sia diversa da quella necessaria per gli spessori di Legge, sarà onere e cura della Ditta adeguare gli spessori a proprie spese, senza aumento di prezzo alcuno.

Gli spessori indicati negli altri elaborati di progetto si intenderanno sempre misurati in opera.

Le conduttività termiche dovranno essere documentate da certificati di Istituti autorizzati, e valutate a 50°C.

In generale gli isolanti termici saranno impiegati con il seguente criterio:

- a) Isolanti a base di gomme sintetiche
 - Impiego: per tubazioni e serbatoi in impianti idrici, di riscaldamento, di condizionamento e refrigerazione
 - Protezioni: sottotraccia senza protezione, altrove con fogli di PVC
- b) Isolanti a base di schiume poliuretaniche
 - Impiego: per tubazioni e serbatoi (mediante schiuma spruzzata sulle superfici) in impianti idrici, di riscaldamento e di condizionamento
 - Protezioni: con fogli di carta bitumata, di PVC o alluminio goffrato
- c) Isolanti a base di materiali fibrosi in lana di roccia o di vetro
 - Impiego: per tubazioni e serbatoi in impianti idrici, di riscaldamento, a vapore o olio diatermico, di condizionamento e refrigerazione
 - Protezioni: con benda mussolona o benda in PVC, con cartone bitumato, con laminato plastico autoavvolgente o con lamierino metallico di alluminio o acciaio

5.15.1. Isolamento delle tubazioni

Campo d'impiego: reti per fluidi caldi o freddi.

Saranno termicamente isolate tutte le tubazioni convoglianti acqua calda o refrigerata.

Gli isolamenti adottati saranno conformi a quanto prescritto per la specifica attività in materia di prevenzione incendi.

Infatti, qualora fosse descritta dal progetto o da prescrizione di norma per prevenzione incendi la specifica maggiore classe di resistenza al fuoco, tale obbligo comporta obbligatoriamente l'annullamento contrattuale di quanto sotto specificato e discordante relativamente alle categorie di resistenza al fuoco e saranno obbligatoriamente rispettati tali nuovi limiti.

Il rivestimento isolante sarà eseguito solo dopo le prove di tenuta e dopo l'approvazione della campionatura presentata alla Direzione Lavori.

Il rivestimento dovrà essere continuo, senza interruzione in corrispondenza di supporti e/o passaggi attraverso muri e solette e dovrà essere eseguito per ogni singolo tubo.

In particolare nel caso di isolamento di tubazioni convoglianti acqua refrigerata o fredda dovrà essere garantita la continuità della barriera vapore e, pertanto, l'isolamento non dovrà essere interrotto nei punti singolari (staffaggi, pezzi speciali, valvolame, derivazioni, ecc.).

Saranno previsti anelli o semianelli di legno o sughero, ad alta densità nelle zone di appoggio del tubo sul sostegno.

Gli anelli dovranno poggiare su gusci in lamiera posti all'esterno della tubazione isolata.

L'isolamento di componenti smontabili dovrà essere realizzato in modo che, in fase di manutenzione, sia consentito lo smontaggio dei componenti stessi senza deteriorare l'isolamento.

A seconda di quanto prescritto negli altri elaborati di progetto e/o in altre sezioni del presente capitolato, verranno usati i seguenti tipi di isolamento.

1.1.1.1.1.4 TUBAZIONE ACQUA CALDA E/o REFRIGERATA:

Esecuzione:

- Materassino o coppella in lana minerale con conduttività non superiore a 0,04 W/mK a 40 °C, densità non inferiore a 60 kg/m³, spessori secondo legge e non inferiori a 30 mm
- Fasciatura con cartone ondulato
- Guaina impermeabile sintetica perfettamente stagna per la realizzazione barriera vapore (solo per le tubazioni convoglianti anche fluido refrigerato)
- Legatura con rete zincata a triplice torsione

- Rivestimento esterno in alluminio o PVC.

Esecuzione:

- Guaina a cellule chiuse con conduttività non superiore a 0,04 W/mK a 40 °C, fattore di resistenza alla diffusione del vapore > 5000, spessori secondo legge e non inferiori a 12 mm, perfettamente incollata
- Fasciatura con nastro nelle zone di giunzione
- Rivestimento esterno assente, in alluminio o PVC.

Esecuzione:

- Guaina a cellule chiuse con conduttività non superiore a 0,04 W/mK a 40 °C, fattore di resistenza alla diffusione del vapore > 5000, spessore di almeno 19 mm, perfettamente incollata
- Fasciatura con nastro nelle zone di giunzione
- Materassino o coppella in lana minerale con conduttività non superiore a 0,04 W/mK a 40 °C, densità non inferiore a 60 kg/m³, spessori secondo legge e non inferiori a 10 mm
- Fasciatura con cartone ondulato
- Legatura con rete zincata a triplice torsione
- Rivestimento esterno in alluminio o PVC.

1.1.1.1.1.5 COIBENTAZIONI TRATTI PARTICOLARI

Dove non fosse agevole realizzare l'isolamento come descritto ai paragrafi precedenti (quali ad es. gli allacciamenti ai terminali, tubazioni in traccia sottopavimento e nei tavolati, ecc.) sarà possibile, dopo parere favorevole della D.L., ricorrere all'applicazione di guaine isolanti.

Le guaine isolanti saranno in speciali elastomeri espansi, ovvero in schiuma di resina sintetica e si devono utilizzare per tubazioni convoglianti fluidi da -20°C a +100°C.

Saranno del tipo resistente al fuoco ed autoestinguento (classe 1) ed avere struttura a cellule chiuse, per conferire all'isolamento elevatissime doti di barriera al vapore.

Il materiale tubolare dovrà essere fatto scivolare sulle tubazioni da isolare evitando per quanto possibile il taglio longitudinale; nei casi in cui questo sia necessario, esso dovrà essere eseguito con lame o dime particolari, allo scopo di ottenere un taglio preciso dei diversi elementi.

Si dovranno impiegare l'adesivo e le modalità di incollaggio consigliati dalla casa fornitrice.

Nell'applicazione sarà imprescindibile la garanzia della perfetta tenuta in corrispondenza di tutte le interruzioni dell'isolamento all'inizio ed al termine delle tubazioni, all'entrata ed all'uscita delle valvole e dei rubinetti.

Ciò si potrà ottenere applicando, prima della chiusura delle testate, l'adesivo consigliato dalla ditta fornitrice per qualche centimetro di lunghezza, per tutta la circonferenza delle tubazioni da isolare, ed all'interno della guaina isolante.

Nel caso di tubazioni pesanti sarà necessario inserire tra la tubazione isolata ed il supporto un ulteriore strato d'isolamento sostenuto da lamiera opportunamente curvata lunga non meno di 25 cm.

Lo spessore minimo da impiegarsi sarà di 8 mm.

Tutti i modelli saranno rigorosamente accompagnati da certificazione conforme a quanto prescritto dai VV.F.

1.1.1.1.1.6 COIBENTAZIONI COLLETTORI PRINCIPALI di ACQUA CALDA

- Materassino in lana minerale densità minima 65 kg/m³, con spessori minimo di 30 mm
- Fasciatura con cartone ondulato
- Guaina impermeabile sintetica perfettamente stagna per la realizzazione barriera vapore (solo per i collettori convoglianti anche fluido refrigerato)
- Legatura con rete zincata a triplice torsione

- Rivestimento esterno in alluminio o PVC.

1.1.1.1.1.1.7 RIVESTIMENTO ESTERNO IN ALLUMINIO

Garantisce un livello di resistenza al fuoco esterno classe 0 (incombustibile).

Dove usato è da intendersi sempre e comunque in sostituzione del precedentemente descritto manto di finitura esterno in materiale plastico PVC che non garantisce queste prestazioni di resistenza al fuoco.

Il lamierino dovrà essere debitamente calandrato, bordato e tenuto in sede con viti autofilettanti in acciaio INOX.

Sui giunti longitudinali i lamierini saranno sovrapposti e graffiati a maschio e femmina, mentre su quelli circolari sarà sufficiente la semplice sovrapposizione di almeno 50 mm.

Se richiesto dalle temperature di esercizio, saranno creati giunti di dilatazione aventi lo scopo di assorbire le variazioni dimensionali dei corpi sottostanti.

A seconda delle dimensioni e della posizione delle parti da rivestire, l'involucro in lamiera potrà essere supportato da distanziatori di vario tipo.

In particolare sulle tubazioni verticali l'isolamento dovrà essere sostenuto da appositi anelli di sostegno.

Lo spessore del rivestimento in alluminio sarà pari a 6/10 mm per diametri sino a 200 mm e 8/10 per diametri superiori.

1.1.1.1.1.1.8 Rivestimento esterno con guaina di materiale plastico

Sigillato lungo le giunzioni con apposito collante o nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo da sovrapporre, già adesivo all'origine). Il materiale dovrà essere omologato in classe 1 al fuoco (da documentare).

Tutte le curve, T, etc. saranno rivestite con i pezzi speciali già disponibili in commercio, posti in opera con le stesse modalità. I prezzi racchiudenti dilatatori, giunti, valvole o simili saranno smontabili facilmente, senza danneggiarli. Nelle testate saranno usati collarini d'alluminio, perfettamente sigillati.

5.15.2. Isolamento dei canali

Campo d'impiego: reti aeruliche per aria calda o fredda.

Saranno termicamente isolati (salvo prescrizioni diverse riportate in altre sezioni del presente capitolato o negli altri elaborati di progetto) i canali di presa dell'aria esterna e di mandata dell'aria (compresi i plenum). I canali di ripresa saranno isolati solamente per i tratti di attraversamento di zone in cui possono verificarsi scambi di calore (non saranno isolati i canali di ripresa all'interno).

L'isolante sarà posto in opera evitando schiacciature sugli spigoli dei canali e rivestendo anche flange, baionette, etc ed evitare "spanciamenti" soprattutto sui lati inferiori dei canali orizzontali.

Gli isolamenti adottati saranno conformi a quanto prescritto per la specifica attività in materia di prevenzione incendi.

Infatti, qualora fosse descritta dal progetto o da prescrizione di norma per prevenzione incendi la specifica maggiore classe di resistenza al fuoco, tale obbligo comporta obbligatoriamente l'annullamento contrattuale di quanto sotto specificato e discordante relativamente alle categorie di resistenza al fuoco e saranno obbligatoriamente rispettati tali nuovi limiti.

Se prescritto negli elaborati di progetto la finitura esterna avverrà con plasticatura esterna in banda apprettata e gescol, completa di collarini alle testate in alluminio.

A seconda di quanto prescritto negli altri elaborati di progetto e/o in altre sezioni del presente capitolato, verranno usati i seguenti tipi di isolamento.

1.1.1.1.1.1.9 COIBENTAZIONE ESTERNA

Esecuzione:

- Materassini in lana di vetro rivestiti su una faccia con carta kraft-alluminio retinata, densità di almeno 25 kg/m³, spessore non inferiore a 25 mm, avvolto attorno al canale ed incollato per punti con apposito mastice, posati a giunti sfalsati e strettamente accostati
- Sigillatura delle giunzioni con appositi nastri della stessa casa costruttrice dell'isolamento e previa pulizia sulla superficie del canale
- Legatura con rete metallica zincata a tripla torsione o nastro posato attorno al canale ad intervalli regolari di circa 0,5 metri

- Impermeabilizzazione mediante impasti bituminosi (solo per i canali posti all'esterno)
- Finitura esterna in alluminio

Esecuzione:

- Lastra a cellule chiuse autoestingente (classe 1), con conduttività termica non superiore a 0,04 W/mK, spessore di almeno 13 mm, fattore di resistenza alla diffusione del vapore >7000 da documentare) fissato al canale lungo tutte le giunzioni ribordate delle lamiere ed incollato alle lamiere stesse, su tutta la superficie, mediante apposito collante.
- Coprigiunto in lamierino o nastro autoadesivo fornito dalla stessa casa produttrice dell'isolamento, posto in opera seguendo scrupolosamente le istruzioni per l'uso (particolarmente importante: pulire e sgrassare le superfici).

1.1.1.1.1.10 FINITURA ESTERNA DEI CANALI AERAILICI

Ove richiesto, le condotte d'aria isolate esternamente e poste in vista, avranno una finitura esterna costituita da lamierino di alluminio da 8/10 mm.

Per i canali circolari eseguita con tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice, lungo la quale avverrà poi il fissaggio con viti autofilettanti previa ribordatura e sovrapposizione del giunto in acciaio inox o altro equivalente materiale inattaccabile dagli agenti atmosferici. Le giunzioni fra i vari tratti cilindrici avverranno per sola sovrapposizione e ribordatura dei giunti.

Per i canali rettangolari la tecnica sarà analoga.

I pezzi speciali (curve, T, etc.) saranno pure in alluminio, eseguiti a settori.

Ove necessario, saranno lasciati sportelli facilmente asportabili.

Dove usato è da intendersi sempre e comunque in sostituzione del precedentemente descritto manto di finitura esterno in materiale plastico PVC che non garantisce queste prestazioni di resistenza al fuoco.

Qualora i canali rivestiti debbano essere esposti all'esterno, o in zone ove ci sono possibilità di infiltrazioni d'acqua, le giunzioni delle finiture dovranno essere accuratamente sigillate con materiale plastico (silicone). La parte superiore del canale potrà essere montata a "schiena d'asino" o, comunque, in modo da impedire il ristagno dell'acqua.

5.15.3. Isolamento dei componenti

Campo d'impiego: valvolame, pompe, scambiatori per fluidi caldi o freddi

Saranno isolati tutti i pezzi speciali (valvole, saracinesche, filtri, ecc.) soggetti a condensazione atmosferica.

Il tipo d'isolamento sarà omogeneo a quello del circuito in cui sarà inserito il pezzo; per le valvole, saracinesche e filtri saranno previste scatole smontabili.

Ovunque possibile, saranno utilizzate scatole d'isolamento fornite dal costruttore del valvolame.

L'isolamento termico, (completo di rispettiva finitura esterna) s'intende sempre compreso nel prezzo in opera contrattuale.

In linea di massima e salvo specifiche indicazioni diverse, lungo tutte le tubazioni isolate (convoglianti acqua, acqua calda, surriscaldata, vapore, condensa, acqua fredda e refrigerata e ulteriori fluidi caldi e freddi) saranno coibentati anche il valvolame, scambiatori, compensatori, giunti, filtri ad Y, etc.

In particolare per l'acqua refrigerata saranno isolati anche i corpi pompa.

Il materiale isolante sarà lo stesso delle tubazioni rispettive.

Nel caso di tubazioni isolate con neoprene, potrà venire usato nastro dello stesso materiale, dello spessore di alcuni millimetri, oppure costituito da un impasto di prodotti bituminosi e granuli di sughero (disposto in più strati, fino a raggiungere uno spessore pari a quello dell'isolamento della tubazione) posto in opera senza stirarlo e previa pulizia.

La finitura esterna dell'isolamento sarà dello stesso tipo di quella delle relative tubazioni, realizzata in modo da poter essere facilmente smontata senza distruggerla (gusci chiusi con clips, nel caso di lamierino di alluminio).

In alternativa e a pari prezzo, l'isolamento dei componenti per acqua refrigerata potrà essere realizzato con poliuretano schiumato in loco all'interno dei gusci di alluminio, previa oliatura della superficie interna degli stessi (perchè il poliuretano non "attacchi").

In ogni caso l'isolamento (e la relativa finitura) di valvolame, filtri, etc, dovrà essere realizzato ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso d'apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, in modo da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanicici in tutti i punti ove ciò sia necessario.

Si rammenta che l'isolamento termico di compensatori o giunti e la relativa finitura esterna (ove vi sia) dovranno consentire gli spostamenti dei compensatori o giunti stessi.

5.15.4. Isolamento dei serbatoi

Campo d'impiego: serbatoi per fluidi caldi

Quando possibile saranno utilizzati rivestimenti isolanti forniti dal produttore dei serbatoi.

In tutti gli altri casi rivestimento con materassino in fibre di vetro trapuntato, con filato di vetro, su un supporto di rete metallica zincata ad alta densità (65 kg/m³), avente spessore materiale isolante di 60 mm. L'avvolgimento con rete a triplice torsione zincata. Il rivestimento esterno sarà con lamierino di alluminio applicato secondo le modalità indicate nella specifica relativa; spessore 8/10 per diametri sino a 1000 mm e 10/10 per diametri superiori.

Questo tipo d'isolamento sarà ammesso solo per serbatoi contenenti fluidi "caldi" (non freddi o refrigerati). La finitura dell'isolamento sarà dello stesso tipo delle rispettive tubazioni.

L'isolamento termico di serbatoi (completo di rispettiva finitura esterna Cl. 0 se in centrale termica) s'intende sempre compreso nel prezzo in opera contrattuale dell'elemento.

Campo d'impiego: serbatoi per fluidi freddi

Quando possibile saranno utilizzati rivestimenti isolanti forniti dal produttore dei serbatoi.

In tutti gli altri casi rivestimento con lastre d'elastomero espanso, (eventualmente in più strati, fino allo spessore richiesto) posto in opera con le stesse modalità, come per le tubazioni acqua refrigerata in vista.

Spessori materiale isolante:

Condizioni fluido	Spessore minimo di coibentazione
per serbatoi a $T \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	32 mm
per serbatoi a $T < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$	160 mm

In funzione delle dimensioni dei serbatoi saranno predisposti adeguati supporti di sostegno. La finitura dell'isolamento sarà dello stesso tipo delle rispettive tubazioni.

L'isolamento termico di serbatoi ((completo di rispettiva finitura esterna Cl. 0 se in centrale termica) s'intende sempre compreso nel prezzo in opera contrattuale dell'elemento.

5.15.5. Criteri di valutazione

L'isolamento termico di serbatoi, scambiatori, ecc. (completo di finitura esterna) sarà compreso nel prezzo unitario in opera del serbatoio, scambiatore ecc.

L'isolamento termico di tubazioni e relativi accessori (valvolame, giunti, giranti pompe etc...) con guaine o coppelle (completo di finitura esterna) sarà valutato a superficie, (misurata considerando la superficie esterna dell'isolante ottenuta dallo sviluppo lineare delle tubazioni misurato sull'asse delle stesse), oppure a lunghezza (suddivisa per i vari diametri) a seconda del tipo di materiale.

L'isolamento termico di canali (completo di finitura esterna) sarà valutato a superficie, (misurata considerando la superficie esterna dell'isolante). La superficie teorica dell'isolamento viene valutata come prodotto del perimetro dell'isolamento dei canali per lo sviluppo lineare di questi ultimi misurato sugli assi prolungati fino alla loro intersezione nei cambi di direzione.

In tutti i casi la valutazione sarà eseguita in base alle reali quantità poste in opera: non sono ammesse le voci sfridi, materiali di consumo, o simili; di tali oneri dovrà essere tenuto conto esclusivamente nel prezzo unitario.

5.16. BOLLITORI

5.16.1. Bollitori elettrici

Campo d'impiego: produzione localizzata ed accumulo di fluidi caldi ad uso termotecnico o sanitario

Bollitori elettrici per la produzione d'acqua calda sanitaria ad installazione verticale od orizzontale.

Costruzione:

- Corpo caldaia in acciaio porcellanato, vetrificato a 900 °C (spessore minimo vetrificazione=0,5 mm)
- Isolante caldaia in poliuretano espanso ad alta densità
- Mantello d'acciaio trattato con vernice anticorrosiva finitura bianca
- Controflangia estraibile per controllo di tutti i componenti interni all'apparecchio
- Resistenza elettrica alimentazione 230V con luce spia
- Anodo al magnesio
- Termostato e termometro con scale graduate. Completi di cavi elettrici di collegamento e di quant'altro necessario

5.16.2. Bollitori elettrici in pompa di calore

Campo d'impiego: produzione localizzata ed accumulo di acqua calda potabile

Bollitori elettrici per la produzione d'acqua calda sanitaria ad installazione verticale od orizzontale.

Costruzione:

- Serbatoio in acciaio con vetrificazione a doppio strato.
- Condensatore avvolto esternamente al boiler esente da incrostazioni e contaminazione fluido frigorifero-acqua
- Sonda NTC integrata per controllo temperatura acqua
- Sonda aria esterna per inserzione automatica della resistenza elettrica con temperature non favorevoli alla pompa di calore
- Anodo di magnesio anticorrosione
- Isolamento termico in poliuretano espanso ad alto spessore con rivestimento esterno (ABS) grigio argento RAL 2006
- Gas ecologico R134a
- Resistenza elettrica da 1,5 kW 230V
- Dispositivi di sicurezza per alta pressione
- Compressore rotativo
- Ventilatore radiale con regolazione portata
- Gestione elettronica:
 - regolazione set-point acqua;
 - rilevazione temperatura aria esterna;
 - autodiagnostica con visualizzazione allarmi alta/bassa pressione, sovratemperatura acqua, registrazione ore di funzionamento;
- gestione tempi di intervallo minimi tra accensioni successive del compressore;

- impostazione parametri da tastiera;
- gestione della resistenza in modalità manuale o in integrazione automatica per bassi valori della temperatura esterna;
- inserimento del trattamento ciclico antibatterico per eliminare e prevenire la formazione di legionella.

5.17. VASI DI ESPANSIONE

Campo di impiego: impianti di distribuzione fluidi

1.1.1.1.1.1.1.1.11 Vasi chiusi a membrana

Saranno realizzati in lamiera di acciaio di adeguato spessore verniciata a fuoco, con membrana in materiale sintetico ad alta resistenza idoneo per le temperature di esercizio, a perfetta tenuta di gas.

I vasi saranno costruiti e collaudati secondo le vigenti normative I.S.P.E.S.L., e provvisti di targa (con tutti i dati), certificazioni, etc.

La pressione nominale del vaso e quella di precarica saranno adeguate alle caratteristiche dell'impianto.

Il vaso (o gruppo di vasi), sarà corredato dai seguenti accessori:

- Separatore d'aria, di diametro adeguato alla tubazione in cui sarà inserito, con valvola di sfogo automatica
- Gruppo di carico automatico con valvola di ritegno, manometro e rubinetti d'intercettazione a sfera, contatore flessibile corazzato di collegamento dell'impianto
- Tubazioni di collegamento
- Sostegni e supporti

Per capacità superiori a 500 litri il vaso di espansione dovrà essere autopressurizzato completo di separatore d'aria ed accessori.

5.18. GRUPPI FRIGO E POMPE DI CALORE

Salvo diverse indicazioni, i gruppi devono essere rispondenti a tutti i requisiti per poter essere installati all'aperto ed assemblati su telaio unico in acciaio verniciato a forno e le parti vibranti dovranno essere fissate ad esso mediante interposizione di giunti antivibranti. Il tutto sarà racchiuso entro armadio in acciaio zincato verniciato a forno internamente rivestito con pannelli di materiale fonoassorbente ed assiemato con bulloni zincati e verniciati oppure per saldatura eseguita prima della zincatura.

A bordo macchina sarà posto quadro elettrico entro apposito armadio con grado di protezione IP55 contenente circuiti di potenza per l'alimentazione e circuiti di controllo e comando.

Il quadro elettrico dovrà essere costruito in conformità alle norme IEC 204-1/EN 60204-1.

Il quadro elettrico con sezioni separate per ogni compressore comprenderà:

- Organi di protezione e sezionamento sui circuiti di potenza
- Strumenti di misura di corrente e tensione su ogni fase e tra fase e neutro
- Trasformatore di alimentazione dei circuiti ausiliari se a tensione diversa da quella di rete
- Pressostati di bassa e alta pressione nonché differenziali per l'olio
- Manometri di bassa e alta pressione
- Termostati di regolazione e antigelo
- Telesalvatori dei singoli compressori
- Apparecchiature ausiliarie di comando, controllo sicurezza e protezione con spe di funzionamento
- Morsettiere con attacchi per interblocchi e consensi esterni

- Sistema di controllo a microprocessore per l'intero gruppo
- Pannello di controllo, visualizzazione ed impostazione di dati e parametri relativi al funzionamento
- Controllo dell'avviamento sequenziale ritardato dei motori (i compressori parzializzabili inoltre dovranno partire Parzializzati per limitare lo spunto)
- Teleavviatore stella triangolo per motori con potenza superiore a 10 kW

Le prestazioni dichiarate:

- Potenza frigorifera resa (W)
- Potenza elettrica assorbita (W)
- Portata aria (m³/h)
- Rumorosità lato compressori [bB(A) a 6 m]
- Rumorosità lato ventilatori [bB(A) a 6 m]

devono essere riferite al funzionamento in campo libero, con temperatura acqua uscita dall'evaporatore di 7 °C, temperatura aria esterna misurata con bulbo asciutto 35 °C e con salto termico acqua pari a 5 °C (funzionamento estivo); con temperatura acqua uscita dal condensatore di 45 °C, temperatura aria esterna misurata con bulbo asciutto 7 °C e con salto termico acqua pari a 5 °C (funzionamento invernale)

I gruppi frigo dovranno essere completi di tutti gli accessori che ne consentono il regolare funzionamento quali valvole di espansione, valvole termostatiche, filtri disidratatori, spie di carica, rubinetti di esclusione e di scarico, flussostati sull'acqua refrigerata e di condensazione, termometri e manometri su ogni circuito a monte e a valle di elementi scambiatori di calore, carica di fluido refrigerante e olio incongelabile, ogni accessorio d'uso e regolamentare secondo norme INAIL (ex. ISPELS) ecc.

Il gruppo deve essere fornito completo di certificato di collaudo con almeno le seguenti verifiche:

- Prova di tenuta dei circuiti frigoriferi
- Verifica funzionamento sicurezze
- Verifica potenza frigorifera
- Verifica potenza termica
- Verifica assorbimento elettrico
- Verifica dell'efficienza
- Taratura carica frigorifera
- Taratura valvole termostatiche
- Taratura sicurezze

La regolazione della potenza frigorifera dovrà essere almeno a gradini:

- Tre gradini (0–33–66–100%) fino a tre compressori
- Quattro gradini (0–25 –50 –75–100%) quattro o più compressori

5.18.1. Pompe di calore polivalenti con compressori scroll condensati ad aria

Le pompe di calore saranno di tipo con compressori ermetici rotativi SCROLL e condensazione ad aria, di tipo estremamente silenzioso con accorgimenti fonoassorbenti sui compressori e sulle tubazioni del gas refrigerante.

Ogni pompa di calore, di tipo preassemblato in fabbrica, verrà posata su giunti antivibranti a molla e sarà essenzialmente composto da:

Struttura portante realizzata in lamiera d'acciaio zincata e verniciata RAL 9018, rivestita internamente con materiale fonoassorbente divisa in:

- vano tecnico insonorizzato dedicato all'alloggiamento del compressore, del quadro elettrico e dei principali componenti del circuito frigorifero;
- vano aeraulico dedicato all'alloggiamento delle batterie di scambio termico, degli elettroventilatori.
- compressori ermetici rotativi tipo Scroll completi di protezione termica interna e resistenza del carter attivata automaticamente alla sosta dell'unità (purché l'unità sia mantenuta alimentata elettricamente).
- doppio elettroventilatore elicoidale a rotore esterno, munito di protezione termica interna e completo di rete di protezione.
- dispositivo elettronico proporzionale per la regolazione in pressione e in continuo della velocità di rotazione del ventilatore fino a temperatura dell'aria esterna di -10°C in funzionamento come refrigeratore e fino a temperatura dell'aria esterna di 40°C in funzionamento come pompa di calore.
- scambiatori di tipo a piastre in acciaio inox sui circuiti idraulici primario e secondario completi di isolamento in gomma poliuretanic espansa a cellule chiuse completi di resistenze antigelo.
- pressostato differenziale su tutti gli scambiatori.
- scambiatore lato aria costituito da batteria in tubi di rame meccanicamente espansi in alette di alluminio con geometria "corrugata" per incrementare l'efficienza dello scambio termico.
- attacchi idraulici filettati maschio.
- circuito frigorifero realizzato con tubo di rame ricotto (EN 12735-1-2) e saldato con leghe pregiate. Completo di n° 2 valvole di inversione ciclo, attacchi di carica, presso stato di alta e bassa pressione, n° 2 valvole termostatiche, n° 4 valvole solenoidi, un filtro deidratatore, n° 2 ricevitori di liquido un separatore di gas, un indicatore di umidità, n° 3 valvole di non ritorno.
- circuito idraulico primario e secondario realizzato con tubo di rame ricotto (EN 12735- 1-2) e saldato con leghe pregiate. Il circuito idraulico primario è completo inoltre di: pompa, valvola di sicurezza (3 barg), manometro, vaso di espansione, valvole di sfiato manuali, valvole di scarico.
- circuito idraulico secondario realizzato con tubo di rame ricotto (EN 12735-1-2) e saldato con leghe pregiate completo di presso stato differenziale.
- unità con grado di protezione IP24.
- fluido frigorifero R410A.
- quadro elettrico accessibile aprendo il pannello frontale, conforme alle norme IEC in vigore, munito di apertura e chiusura mediante apposito utensile. Completo di:
 - cablaggi elettrici predisposti per l'alimentazione di tensione di alimentazione 400V-3ph+N-50Hz
 - alimentazione circuito ausiliario 230V-1ph- 50Hz derivata dall'alimentazione generale;
 - interruttore generale di manovra-sezionatore sull'alimentazione, completo di dispositivo bloccoporta di sicurezza;
 - interruttore automatico a protezione del compressore;
 - fusibile di protezione per il circuito ausiliario;
 - contattore di potenza per il compressore;
 - comandi e controlli macchina remotabili.
- scheda elettronica programmabile a microprocessore gestita dalla tastiera inserita in macchina. La scheda assolve alle funzioni di:
 - regolazione e gestione dei set delle temperature dell'acqua in ingresso alla macchina, dell'inversione ciclo; delle temporizzazioni di sicurezza; della pompa di circolazione; del contatore di lavoro del compressore e della pompa impianto; dei cicli di sbrinamento in pressione; della protezione antigelo elettronica ad inserzione automatica con macchina spenta; delle funzioni che regolano la modalità di intervento dei singoli organi costituenti la macchina;

- protezione totale della macchina, eventuale spegnimento della stessa e visualizzazione di tutti i singoli allarmi intervenuti;
- monitore di sequenza fasi a protezione del compressore;
- protezione dell'unità contro bassa o alta tensione di alimentazione sulle fasi;
- visualizzazione dei set programmati mediante display; delle temperature acqua in/out mediante display; degli allarmi mediante display; del funzionamento refrigeratore o pompa di calore mediante display;
- autodiagnosi con verifica continua dello status di funzionamento della macchina;
- interfaccia utente a menù;
- codice e descrizione dell'allarme;
- gestione dello storico allarmi. In particolare, per ogni allarme viene memorizzato:
 - data ed ora di intervento (se presente l'accessorio KSC);
 - codice e descrizione dell'allarme;
 - i valori di temperatura dell'acqua in/out nell'istante in cui l'allarme è intervenuto;
 - tempo di ritardo dell'allarme dall'accensione del dispositivo a lui collegato;
 - status del compressore al momento dell'allarme;
- funzioni avanzate:
 - predisposizione per collegamento seriale (accessorio KR S485, KFTT10, KRS232, KUSB);
 - possibilità di avere un ingresso digitale per la gestione del doppio set-point da
 - possibilità di avere un ingresso analogico per il Set-point scorrevole mediante un segnale 4-20mA da remoto
 - predisposizione per gestione fasce orarie e parametri di lavoro con possibilità di programmazione settimanale/giornaliera di funzionamento
 - check-up e verifica di dello status di manutenzione programmata;
 - collaudo della macchina assistito da computer;
 - autodiagnosi con verifica continua dello status di funzionamento della macchina;

5.18.2. Accessori per protezione gruppi frigo e pompe di calore

Il gruppo deve essere dotato delle seguenti apparecchiature di controllo e sicurezza;

- Termostato antigelo con sonda in uscita dell'evaporatore a ripristino automatico che comanda l'avviamento delle pompe di circolazione dell'acqua quando la temperatura raggiunge i 3 °C
- Termostato di regolazione a freddo con sonda all'ingresso dell'evaporatore che controlla la temperatura dell'acqua da inviare alle utenze durante il funzionamento a freddo
- Pressostati di sicurezza di alta e bassa pressione gas
- Sistemi di controllo e protezione dei motori dei compressori (surriscaldamento, sovra o sotto tensione, avviamenti troppo frequenti ecc.)

5.18.3. Accumulatori inerziali

Serbatoio inerziale ad accumulo per fluidi caldi o freddi, esecuzione verticale o orizzontale, completo di isolamento termico esterno, costruzione con lamiera di qualità secondo direttive ISPELS, pressione di esercizio 600 kPa, pressione di collaudo 900 kPa.

Materiali di costruzione del serbatoio:

- Acciaio zincato a bagno caldo
- Acciaio INOX AISI 316

Caratteristiche di rilievo:

- Isolamento termico integrale (compresa la parte inferiore) in schiumata o cappotto di poliuretano espanso di forte spessore (minimo 60 mm) e finitura esterna con guaina in PVC o lamierino di alluminio spessore 0,8 mm (coibentazione di classe 2 di reazione al fuoco secondo metodo di prova CSE)
- Per installazione in centrale termica e per accumulo di sola acqua calda è preferibile coibentazione in lana di roccia ad alta densità di forte spessore (minimo 50 mm) e finitura esterna con guaina in PVC o lamierino di alluminio spessore 0,8 mm
- Verniciatura antiruggine per esecuzione in acciaio zincato
- Protezione anodica per esecuzione in acciaio zincato
- Termometro per la costante indicazione della temperatura interna
- Attacchi ingresso ed uscita fluido
- Attacchi circolazione fluido
- Attacchi scarico accumulo
- Attacchi per termostato
- Attacchi gancio di sollevamento
- Piedini di appoggio
- Boccaporto di ispezione

Impieghi tipici:

- Accumulo di fluidi caldi ad uso termotecnico o sanitario
- Limitatore di spunti a monte dell'evaporatore in impianti di climatizzazione
- Attenuazione di fluttuazioni termiche a valle dell'evaporatore in impianti di climatizzazione

5.18.4. Condizionatori autonomi

1.1.1.1.1.1.1.12 CONDIZIONATORE AUTONOMO SPLIT SISTEM

Impianto di condizionamento costituito da un'unità esterna (motocondensante), con potenza frigorifera specificata nei vari tipi usati, secondo il numero d'unità interne e della rispettiva loro potenzialità usate. Le unità interne sono alimentate da fluido frigorigeno che sarà fatto evaporare, e condensare nell'unità esterna con un semplice collegamento fra le due o più unità a due tubi. Completo di rete di scarico condensa, quadri elettrici, cablaggi e quant'altro necessario per la corretta installazione, anche se non espressamente previsto.

5.19. IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUA

5.19.1. Filtri dissabbiatori

Filtro dissabbiatore di sicurezza per acque potabili e acque di processo, autopulente, a lavaggio automatico con comando elettronico per il lavaggio automatico, in base alla differenza di pressione tra monte e valle dell'elemento filtrante e temporizzato programmabile.

La fornitura comprende:

- L'elemento filtrante
- Gli automatismi a comando elettronico per effettuare il lavaggio automatico dell'elemento filtrante quando è sporco
- Il comando elettronico, con segnalazione a LED del ciclo di funzionamento, per far partire gli automatismi di lavaggio secondo il programma impostato e secondo la differenza di pressione rilevata tra monte e valle e cioè lo sporco del filtro

- I manometri
- Il raccordo per lo scarico dell'acqua di lavaggio, secondo norma DIN 1988

Il filtro eroga acqua perfettamente filtrata anche durante la fase di lavaggio.

5.19.2. Addolcitori

Il ciclo di rigenerazione automatica degli addolcitori dovrà essere programmabile e sarà programmato durante le ore notturne o comunque durante le ore di minor prelievo come da accord che saranno presi con il Committente o la DL. Negli addolcitori a più colonne la rigenerazione riguarderà non più di una colonna per volta.

Le parti degli addolcitori soggette a condensa dell'umidità dell'aria (con relativo gocciolamento), dovranno essere adeguatamente coibentate.

1.1.1.1.1.13 ADDOLCITORE A SINGOLA COLONNA

Addolcitore, a scambio di base automatico con timer, a colonna singola di materiale per acque potabili e protetta dalle corrosioni, elimina la durezza dell'acqua. L'apparecchio, rifinito e pronto per l'installazione, comprende: corpo addolcitore completo e assemblato, resine ad alta capacità di scambio, resistenza meccanica e chimica, graniglia di quarzo di elevata purezza a granulometria selezionata, gruppo idraulico (sei valvole idropneumatiche), valvola spurgo aria, manometro, tubazioni e raccorderie, distributore idropneumatico per rigenerazione ed esercizio, timer, due serbatoi salamoia.

Caratteristiche costruttive

Corpo acciaio Fe 360 B, fondi bombati, piedi sostegno, piastra distribuzione, ugelli in propilene, un boccaporto, due passi d'uomo, trattamento protettivo interno sabbatura metallo bianco SA 3 e plastificazione alimentare a 300 micron, protezione esterna sabbatura SA 2,5, mano anticorrosiva e mano in smalto lucido.

Dati tecnici di esercizio: (* = vedere elaborati specialistici)

- Capacità ciclica °Fr x m³: *
- Consumo sale per rigenerazione kg c.:*
- Consumo acqua rigenerazione m³ c.:*

Dati tecnici generali:

- Portata m³/h: *
- Perdita carico bar: 0,9 ÷ 1,8
- Raccordi: *
- Resine l: *
- Tensione V: 230
- Pressione max. bar: 6
- Pressione min. bar: 2,5
- Temperatura max. acqua °C: 20
- Temperatura max. ambiente °C: 40
- Temperatura min. ambiente °C: > 0
- Tempi di rigenerazione min. c.: 120

L'apparecchio va protetto dal gelo.

5.19.3. Trattamenti chimici

Comprendono:

- Contatore ad impulsi ad alta sensibilità per la gestione volumetrica di pompe dosatrici elettroniche per il dosaggio proporzionale degli additivi chimici in rapporto alla variazione della portata d'acqua
- Pompa dosatrice elettronica con adattatore universale (o in alternativa se indicato negli elaborati specialistici, pompa manuale)
- Iniettore pulibile ad impianto in funzione, cioè senza interrompere il flusso d'acqua e/o l'esercizio dell'impianto, con la possibilità di inserire ed estrarre, a piacimento, per la sua pulizia, la canna di iniezione
- Serbatoio per additivi chimici resistenti ai prodotti stoccati
- Sonda livello minimo per evitare che la pompa dosatrice lavori a secco
- Prodotti chimici con le funzioni richieste (antincrostante, anticorrosivo, biocidi etc...)
- Corredo per la determinazione della concentrazione di prodotti nell'acqua degli impianti di riscaldamento ad acqua calda

5.20. UNITÀ TRATTAMENTO ARIA

Le centrali di trattamento dell'aria saranno del tipo a sezioni componibili costruite, in uno dei seguenti modi:

- Con struttura di tipo a profilati e pannelli con pannelli tipo "sandwich", con isolamento termico preinsebito (poliuretano schiumato o altro isolante analogo). I pannelli potranno essere realizzati con lamierino di acciaio zincato o con lega di alluminio anticorodal o in lamierino di acciaio zincato con rivestimento esterno plastofilmato oppure acciaio INOX, secondo quanto richiesto (spessore minimo lamiera: 10/10 mm). I giunti saranno in nylon rinforzato con fibra di vetro o similari
- Con struttura autoportante, realizzata in pannelli modulari, telaio base integrato e profilati in alluminio sui due lati superiori dell'unità. Non vi saranno sporgenze all'interno e all'esterno delle sezioni. Sistema di assemblaggio tipo "snap-in" a doppia parete, con isolamento in lana di vetro ad alta densità. Pannelli in lamiera di acciaio zincato, acciaio INOX oppure lamiera di acciaio zincato con rivestimento plastofilmato o in peralluman. Le giunzioni fra pannelli saranno con bulloni e dadi zincati, con interposizione di materiale che garantisca la perfetta tenuta del giunto

I collegamenti fra sezione e sezione saranno eseguiti pure con bulloni e dadi zincati o in acciaio INOX, con interposizione di materiale di tenuta facilmente sostituibile (guarnizione).

Tutte le giunzioni in genere tra i vari componenti della centrale saranno eseguite come sopra descritto, evitando ogni saldatura a zincatura avvenuta.

L'isolamento termico delle Unità Trattamento Aria avrà spessore da 23 a 50 mm, a seconda di quanto di volta in volta indicato.

Le varie sezioni saranno sostenute (se necessario) da appositi piedi, opportunamente disposti, per il montaggio a pavimento.

Le unità stesse saranno variamente composte come indicato nei disegni di progetto.

Le caratteristiche dei componenti delle stesse devono essere le seguenti:

- Serranda per presa aria esterna in ferro zincato, del tipo ad alette contrapposte imperniate su boccole in nylon o in ottone
- Eventuale sezione di miscela completa di due prese d'aria d'entrata per miscelare l'aria esterna con quella di ricircolo entrambe dimensionate per la totale portata della centrale, serranda con alette a funzionamento contrapposto, fornite di perno libero per il collegamento a servocomando o al controllo manuale. Nel caso la sezione miscelatrice contenesse i prefiltri aria dovrà essere provvista di portina di ispezione
- Batterie di riscaldamento, di raffrescamento e deumidificazione, del tipo a pacco in tubi di rame con alettatura in alluminio, complete di attacchi e collettori in ferro e telaio in ferro zincato

- I fori di passaggio delle tubazioni di collegamento alle batterie saranno sigillati ad installazione avvenuta
- Ventilatori centrifughi del tipo plug fan con motori EC brushless comandati da inverter (incluso)
- Tutte le batterie sono complete di valvole di sfogo d'aria e rubinetto di scarico, ed adatte alla temperatura e pressione di esercizio
- Le velocità nelle sezioni non devono essere superiori a 2,5 m/s
- Velocità dell'acqua nei tubi alettati delle batterie non inferiori a 0,25 m/s per non avere la formazione di bolle d'aria
- Tutte le batterie devono essere completamente svuotabili
- Si deve assicurare la facile e rapida estrazione delle batterie, reti ugelli e separatore
- Gli attacchi e le connessioni devono essere completamente smontabili
- Tutte le parti in acciaio zincato vanno trattate con sottofondo e successiva verniciatura al nitro se installate in ambiente protetto o di tipo epossidico se montate all'aperto. Colori della verniciatura finale da concordare con la D.L.
- Le sezioni di filtrazione, ventilazione e umidificazione sono dotate di portine di ispezione a chiusura ermetica con oblò a doppio vetro ed impianto di illuminazione di tipo stagno per la sezione di umidificazione
- Verranno installati termometri a quadrante su ogni attacco in ingresso ed uscita dalle batterie di riscaldamento e raffreddamento
- I collegamenti con i canali d'aria devono essere realizzati con giunti antivibranti
- Devono essere installati termometri a quadrante, a valle di ogni sezione di trattamento, per la rilevazione delle temperature di funzionamento
- Un manometro differenziale a liquido per la misura della pressione differenziale tra monte e valle della centrale
- Su tutte le canalizzazioni che si collegano all'unità devono essere previsti opportuni dispositivi per la misura della velocità e della portata
- Per tutte le serrande a regolazione manuale deve essere indicata chiaramente la percentuale di chiusura e apertura; inoltre vicino alle stesse devono essere fissate targhette indicanti la posizione di normale funzionamento, dopo che le serrande sono state tarate
- Le unità vanno montate su adeguati supporti antivibranti
- Tutte le unità o le singole sezioni saranno dotate di appositi golfari per il sollevamento ed il posizionamento

Seguono precisazioni integrative riferite ai singoli componenti delle UTA.

5.20.1.Presa ed espulsione aria

Sarà costituita da profilati e lamiera di acciaio verniciato con alette parapigioggia fisse, ancorata alla struttura a mezzo di zanche. La griglia sarà provvista di una rete in acciaio zincato, maglia di un centimetro (se richiesto la griglia sarà interamente in acciaio zincato).

5.20.2.Filtri

Al fine del controllo degli inquinanti aerotrasportati in ambiente generalmente saranno garantiti i seguenti parametri di filtrazione secondo EN 779:

Prefiltri: in ingresso alla UTA lato mandata e ripresa con capacità filtrante G3 o G4 rispettivamente per filtri con capacità inferiore o superiore a F6

Filtri a tasche: nella UTA lato mandata a monte delle batterie, con capacità filtrante compresa tra F5 e F9 in funzione dell'ambiente trattato

1.1.1.1.1.14 PREFILTRI

I prefiltri possono essere del tipo:

- A rullo, costituiti da una rigida struttura metallica con supporti superiori ed inferiori per bobina, fra i quali sarà teso e fatto ruotare il pannello filtrante; movimento della cortina filtrante automatico comandato da un pressostato differenziale; possibilità di sistemazione sia orizzontale che verticale
- A cassetta con la matassa filtrante di tipo non rigenerabile, adatto ad essere inserito in pareti filtranti

Tale sezione filtrante sarà completa di:

- Intelaiatura in profilati in acciaio zincato (in alluminio o in acciaio INOX se richiesto)
- Portina di ispezione a tenuta stagna con guarnizione e maniglie
- Celle filtranti disposte in un piano normale al flusso dell'aria o ad angolo

1.1.1.1.1.15 FILTRI

Le celle filtranti saranno realizzate da un materassino di fibra acrilica sorretto da rete elettrostatica zincata e da un telaio in lamiera lucida zincata elettroliticamente.

Deve inoltre essere prevista una guarnizione tra le cassette esterne ed il telaio di collegamento, tra le singole cassette formanti la parete filtrante ed intorno al lato esterno del telaio di sostegno per garantire un'ottima tenuta.

Deve essere completo dell'apparecchiatura di misurazione della perdita di carico consistente in un manometro a tubo obliquo con scala regolabile, contenente il liquido di misura e di una bolla ad acqua per montaggio orizzontale o di altro manometro di pari precisione.

I filtri dovranno essere di tipo rigenerabile e completi di:

- Intelaiatura in profilati dello stesso materiale costituente la centrale
- Portina di ispezione a tenuta stagna con guarnizione e maniglie
- Celle filtranti disposte in un piano normale al flusso dell'aria o ad angolo. Le celle filtranti saranno realizzate da un materassino di fibra acrilica sorretto da rete elettrosaldata zincata e da un telaio in lamiera lucida zincata elettroliticamente. Il materassino filtrante sarà rivestito con un tessuto di irrobustimento contro gli sforzi meccanici dovuti alla pressione dell'aria. All'interno delle tasche saranno presenti opportuni distanziatori per impedire le deformazioni in larghezza delle tasche stesse
- Attacco a valle e a monte del filtro per l'inserimento di un manometro differenziale (quest'ultimo escluso dalla fornitura)

5.20.3. Miscela

Completa di:

- Due prese d'aria d'entrata per miscelare l'aria esterna con quella di ricircolo entrambe dimensionate per essere attraversate dall'intera portata della centrale
- Serrande con alette a funzionamento contrapposto, fornite di perno libero per il collegamento a servo-comando o al controllo manuale

Ove richiesto la sezione di miscela conterrà le celle filtranti sopra descritto, nel qual caso la sezione sarà provvista di portina di ispezione.

5.20.4. Batterie

Complete di:

- Intelaiatura in acciaio zincato

- Pannelli facilmente rimovibili per l'ispezione
- eventuali pannelli di chiusura a tenuta, qualora la superficie della batteria sia inferiore alla superficie della sezione
- Fori per il passaggio delle tubazioni di collegamento alla batteria che dovranno essere sigillati ad installazione avvenuta
- Batteria di scambio termico normalmente costituita con tubi in rame ad alette in alluminio

Le alette saranno del tipo a piastra continua, opportunamente sagomate, con collarini distanziatori. Il pacco radiante sarà contenuto in un telaio di lamiera di acciaio zincato, completo di attacchi di ingresso e di uscita del fluido, di scarico e di sfiato.

Le batterie di riscaldamento a vapore saranno costituite con tubi in rame ad alette in alluminio qualora siano in grado di funzionare alla pressione del vapore precisata, altrimenti saranno costruite con tubi e alette in acciaio.

Le batterie per il raffreddamento, qualora siano bagnate del tipo irrorato, avranno sia i tubi che le alette in rame.

Le batterie dovranno essere facilmente sfilabili dalla rispettiva sezione, scorrendo su guide a rotaie.

5.20.5.Umidificazione

1.1.1.1.1.16 UMIDIFICAZIONE A VAPORE

Campo d'impiego: dove c'è la necessità di una umidificazione sterile

Sarà costituita da un distributore di vapore, di tipo ad intercapedine, corredato da un separatore di condensa, una valvola di regolazione del flusso di vapore completa di servomotore, uno scaricatore di condensa di tipo adatto (secondo le indicazioni del costruttore dell'umidificatore), con filtro (eventualmente incorporato) ed indicatore di passaggio.

Il vapore potrà essere derivato da rete (pressione massima 4 bar) o autoprodotta elettricamente.

1.1.1.1.1.17 UMIDIFICAZIONE ADIABATICO AD ULTRASUONI

Umidificatore adiabatico ad ultrasuoni ad alta efficienza per inserimento all'interno di una centrale di trattamento aria alimentato ad acqua osmotizzata.

Tutti i componenti in contatto con l'acqua osmotizzata sono in acciaio inossidabile.

L'umidificatore è composto da due elementi:

- corpo principale costituito da un piccolo serbatoio per l'acqua e da trasduttori piezoelettrici installati nella parte inferiore del serbatoio stesso. La membrana del trasduttore oscilla ad una frequenza altissima generando una serie di onde di pressione, creando quindi una colonna di goccioline d'acqua finissime. Le elettrovalvole di carico e di scarico consentono cicli di lavaggio del serbatoio e scarico per inattività. La plastica del serbatoio arricchita di ioni argento è un'ulteriore garanzia di igienicità
- quadro elettrico di alimentazione e controllo con scheda elettronica integrata che permette un controllo preciso del funzionamento e dell'umidità prodotta, consentendo anche connettività con sonde, sistemi di controllo e di supervisione (protocollo di comunicazione Modbus), nonché con l'ausilio di un display

A corredo dell'umidificatore deve essere previsto un impianto di produzione di acqua osmotizzata assemblato in un unico skid destinato all'alimentazione idrica per umidificatori di tipo isotermico o adiabatico, con produzione gestita da controllore intelligente a microprocessore.

Il sistema dovrà essere alimentato con acqua potabile di acquedotto e genererà acqua demineralizzata con caratteristiche fisiche/chimiche, portata e pressione adatte all'alimentazione degli umidificatori. Il sistema sarà costituito da:

- Pre-filtri micrometrici di sicurezza
- Sistema di dechlorazione con carboni attivi
- Pompa principale ad alta pressione ad asse verticale monofase per la pressurizzazione dei permeatori e per il rilancio alle utenze
- Sezione ad osmosi inversa con membrane in TFC

- Vaso di espansione in PRFV
- Sistema di sanificazione a raggi UV
- Valvola di ricircolo del permeato per modulare automaticamente la portata del permeato stesso in base all'effettiva richiesta del sistema
- Sistema automatico e programmabile di flussaggio delle membrane in caso di lunghi periodi di sosta
- Quadro elettrico di comando e controllo a microprocessore

5.20.6.Ventilanti

I ventilatori devono essere di tipo a pale rovesce con girante accoppiata direttamente all'albero motore

Devono essere installati completi di motore, basamenti e supporti necessari.

Le giranti del ventilatore saranno costruite in lamiera di acciaio e devono essere staticamente e dinamicamente bilanciate e calettate su albero in acciaio.

I supporti della girante devono essere del tipo autoallineante. Ventilatore e relativo motore devono essere montati su base antivibrante. La base antivibrante dei ventilatori installati sui solai deve garantire un isolamento meccanico completo dalla struttura.

La frequenza di taglio dei supporti antivibranti dei ventilatori deve essere inferiore a 4 Hz ed in ogni caso i supporti stessi devono essere calcolati affinché non ci sia trasmissione di vibrazioni alle strutture dell'edificio.

In ogni caso la Ditta installatrice sarà tenuta a sostituire a proprie spese i ventilatori che al collaudo non risultino rispondenti alle caratteristiche tecniche specificate nel progetto.

Caratteristiche comuni a tutti i ventilatori sono:

- Punto di funzionamento sulle curve caratteristiche in una zona nella quale siano soddisfatte le caratteristiche di progetto col massimo rendimento (non minore del 70%)
- Motori elettrici monofase o trifase, classe di efficienza minima IE3, adatti per funzionamento continuo con temperatura ambiente fino a 40 °C ed umidità relativa del 95% (classe di protezione minima IP 44).
- I motori saranno idonei per funzionamento con controllo tramite inverter (quest'ultimo incluso nella fornitura)
- Giunti antivibranti in tela olona sull'aspirazione e sulla mandata
- Cassone di contenimento provvisto di portello per l'ispezione

5.20.7.Recuperatore

1.1.1.1.1.18 RECUPERATORE STATICO A PIASTRE A FLUSSO INCROCIATO

Recuperatore statico del tipo aria aria senza parti in movimento per una migliore affidabilità e sicurezza di funzionamento. Realizzato con lamiere di alluminio stampate e disposte con spaziatura regolare. Separazione tra i flussi d'aria ottenuta con opportune sigillature lungo i bordi delle lamiere.

Completo di prefiltri con efficienza G4 sul lato presa aria esterna, vasca in acciaio zincato per la raccolta di eventuale condensa, struttura di contenimento esterna con le medesime caratteristiche definite per la UTA.

Se richiesto il recuperatore dovrà essere completo di serranda di by pass per escludere temporaneamente il recupero di energia (effetto free cooling).

Se richiesto e comunque dove sia necessario prendere precauzioni contro gli effetti della corrosione, il recuperatore e la vasca di raccolta condensa dovranno essere in acciaio INOX AISI 304 o 316.

Rendimento minimo di recupero in linea con le normative Erp vigenti, massima perdita di carico 200 Pa, campo di impiego -30 +90 °C.

5.20.8. Silenziatori

I silenziatori a setti fonoassorbenti sia cilindrici che rettilinei saranno realizzati con carcassa in lamiera zincata di spessore conveniente alle dimensioni del silenziatore e comunque non inferiore agli 8/10 di mm; i setti interni fonoassorbenti saranno in lana minerale imbustata in polietilene con un rivestimento di lamierino forato su tutta la superficie.

Progettati per gli spettri sonori dei ventilatori, saranno impiegati per ridurre l'eventuale livello di rumore causato dai ventilatori negli impianti di condizionamento e ventilazione.

Il calcolo delle attenuazioni richieste al silenziatore, per i vari ventilatori, sarà da eseguirsi tenendo conto del livello di pressione sonora calcolata al diffusore, griglia e bocchetta più sfavorita d'ogni circuito (ossia quella più vicina alla sede del ventilatore). Si terrà quindi conto del percorso dei canali delle attenuazioni e delle rigenerazioni di rumore causato dai vari componenti del circuito impiantistico di volta in volta analizzato. Per i valori d'attenuazione si farà riferimento alle indicazioni contenute nel "ASHRAE HANDBOOK, 1988".

Per approfondimenti si rinvia al punto "CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI ACUSTICHE".

5.20.9. Struttura di contenimento

La centrale di trattamento dell'aria sarà del tipo a struttura completamente metallica, costituita da sezioni componibili montate, ove possibile, completamente in fabbrica.

Le sezioni, a seconda di quanto richiesto, potranno essere eseguite in uno dei seguenti modi:

- a) Struttura con profilati in acciaio zincato e pannelli in lamiera zincata - I pannelli saranno collegati ai profilati mediante saldatura elettrica continua (da eseguire prima della zincatura) oppure mediante bulloni e dadi (zincati), con interposizione di materiale che garantisca la perfetta tenuta del giunto. Le giunzioni fra le varie sezioni dovranno essere del tipo a flangia, con bulloni e dadi zincati, ancora con interposizione tra sezione e sezione di materiale che garantisca la perfetta tenuta e che sia facilmente sostituibile (guarnizione)
- b) Struttura con profilati di acciaio zincato e pannelli sandwich - (dello spessore di 25 mm circa), racchiudenti l'isolamento termico (poliuretano schiumato o altro isolante analogo) per installazione all'interno. Qualora specificato su altri elaborati di progetto potranno essere richiesti pannelli con spessori maggiori 45-50 mm (in ogni caso per installazione all'interno). I pannelli potranno essere realizzati con lamierino di acciaio zincato o con alluminio oppure acciaio INOX, secondo quanto richiesto (spessore minimo lamiera: 10/10 mm)
- c) Struttura autoportante in pannelli di lamiera zincata di adeguato spessore (minimo 15/10 mm) provvista eventualmente di opportuni rinforzi ove ciò sia necessario. Le giunzioni fra pannelli di una stessa sezione saranno realizzate con piegatura dei pannelli e con bulloni e dadi zincati, con interposizione di materiale che garantisca la perfetta tenuta del giunto. I collegamenti fra sezione e sezione saranno eseguiti pure con bulloni e dadi zincati, con interposizione di materiale di tenuta facilmente sostituibile (guarnizione)

Tutte le giunzioni in genere tra i vari componenti della centrale saranno eseguite come sopra descritto, evitando ogni saldatura a zincatura avvenuta.

In ogni caso le centrali in lamiera zincata dovranno essere esternamente verniciate e qualora la centrale debba essere montata all'aperto la verniciatura sarà del tipo resistente agli agenti atmosferici e anticorrosione (epossidica).

L'isolamento termo-acustico delle centrali **tipo a e c** (il tipo sandwich è già isolato di per se) potrà essere costituito in uno dei seguenti modi:

- a) Pannelli semirigidi di lana di vetro, trattata con resine fenoliche (per impedirne lo sfaldamento) e finita sulla superficie a contatto con l'aria mediante film metallico (alluminio) di spessore minimo 5/100 mm. L'isolamento sarà accuratamente incollato alle pareti della centrale; lungo il perimetro di ciascun pannello d'isolante sarà applicato dell'apposito nastro autoadesivo, per garantire la connessione fra i vari pannelli e impedire eventuali sfaldamenti dei bordi o infiltrazioni d'aria fra il pannello e la lamiera costituente il condizionatore. Spessore minimo dell'isolante: 3 cm; densità 70 kg/m³
- b) Schiuma in neoprene espansa di spessore 2 cm, accuratamente incollato alle lamiere con l'apposito mastice fornito dalla casa produttrice; lungo il perimetro di ciascun pannello d'isolante sarà applicato dell'apposito nastro autoadesivo bituminoso per garantire la connessione dei vari pannelli, i quali saranno anche incollati l'uno all'altro alle testate, a regola d'arte

In ogni caso le centrali dovranno essere realizzate limitando accuratamente i ponti termici con l'esterno, così da non aversi alcun fenomeno di condensazione esterna estiva sui profilati e/o sui pannelli.

Le varie sezioni saranno sostenute (se necessario) da appositi piedi, opportunamente disposti, per il montaggio a pavimento.

La velocità dell'aria che attraverserà le sezioni non dovrà essere superiore a 2,7 m/s.

La velocità di 3,2 m/s, sarà accettata come valore max solo per le centrali di termoventilazione.

In ogni sezione saranno previsti dei termometri a quadrante con bulbo e capillare, raggruppati in un quadretto montato su una piantana staccata dal condizionatore.

Nello stesso quadretto sarà montato un manometro differenziale a liquido per la misura della pressione differenziale tra monte e valle della centrale.

5.21. TERMINALI AD ACQUA

5.21.1. Ventilconvettori

Sono terminali che cedono o sottraggono calore all'ambiente per convezione forzata.

Devono comprendere essenzialmente;

- Una o due batterie alettate di scambio termico. Batterie in rame ed alette in alluminio, pressione minima di esercizio 15 bar e pressione di collaudo 30 bar. Collettori in fusione di ottone con attacchi idraulici filettati gas femmina da 1/2" con incorporate valvole di sfogo aria da 1/8" gas
- Uno o due ventilatori centrifughi o tangenziali. I ventilatori saranno direttamente accoppiati al motore elettrico del tipo AC a tre velocità oppure EC brushless a controllo continuo di velocità a seconda di quanto indicato. Le giranti saranno in materiale plastico o alluminio bilanciati elettronicamente. Le colee saranno in acciaio zincato. Il gruppo ventilante sarà fissato allo schienale del ventilconvettore con interposizione di supporti elastici e dovrà essere sfilabile facilmente per la manutenzione
- Un filtro dell'aria. Realizzato in fibra sintetica con telaio metallico e rete di supporto su entrambe i lati. Inserito sul lato di aspirazione del ventilconvettore, facilmente estraibile per la pulizia o lavaggio
- Una bacinella di raccolta condensa posizionata in modo da non creare danni ad arredi e con tubo di scarico posto in opera con la corretta pendenza; la bacinella stessa deve estendersi fino a sotto le valvole d'esclusione
- Una griglia di mandata. Inserita sulla parte superiore del ventilconvettore a tutta lunghezza. Realizzata in materiale plastico (ABS). Con la semplice rotazione dei vari segmenti della griglia, il flusso dell'aria si deve poter direzionare verso l'ambiente o verso la parete
- Un involucro di contenimento. L'involucro di contenimento deve essere metallico in lamiera in acciaio zincato di forte spessore (non inferiore a 1 mm) verniciato con polveri epossipoliesteri ed essiccate in forno. I pannelli dell'involucro devono essere isolati termicamente ed acusticamente con un materassino a cellule chiuse dello spessore di 6 mm. l'involucro dovrà comprendere portelli d'accesso ai comandi elettrici ed agli attacchi idraulici e griglia di mandata
- Scatola comandi elettrici, completamente chiusa comprendente la pulsantiera per la regolazione della velocità del ventilatore

Possono essere classificati secondo la posa di tipo a pavimento, a parete, a controsoffitto o soffitto.

Possono essere classificati secondo il tipo di protezione con mobiletto o ad incasso.

Devono essere installati normalmente sotto finestra o lungo pareti esterne per meglio contrastare le correnti d'aria fredda riducendo contemporaneamente la formazione di condensa interna.

In locali medio grandi la potenza termica richiesta va suddivisa su più ventilconvettori al fine di ottenere temperature interne uniformi.

La portata d'aria oraria dei ventilconvettori alla velocità intermedia non deve essere inferiore a 3,5 volte il volume del locale.

La temperatura d'aria in uscita dai ventilconvettori in fase di riscaldamento deve essere compresa tra 35 e 50 °C.

La rumorosità del ventilconvettore anche alla velocità massima deve essere compatibile con il livello sonoro ammissibile nell'ambiente secondo quanto indicato nelle norme UNI 8199.

Il dimensionamento delle batterie deve essere tale da fornire il calore necessario in fase di riscaldamento considerando la velocità intermedia per il ventilatore, temperatura acqua entrata uscita 70–60 °C, temperatura dell'aria in ingresso pari alla temperatura ambiente posta 20 °C. In fase di raffrescamento le batterie devono essere in grado di sottrarre il calore considerando la velocità intermedia, temperatura acqua entrata uscita 7–12 °C, temperatura dell'aria in ingresso pari alla temperatura ambiente posta 27 °C a bulbo asciutto e 19 °C a bulbo umido.

Qualora espressamente richiesto, saranno forniti completi dei seguenti accessori:

- Presa per aria esterna, completa di serranda manuale per regolazione dell'aria esterna stessa (fino al 25-30% della portata), canotto in lamiera zincata di adeguata sezione e lunghezza, griglia di presa aria in alluminio satinato-anodizzato, con controtelaio per fissaggio a muro, guarnizioni di tenuta
- Valvola a tre vie deviatrice motorizzata per la regolazione del flusso d'acqua alla batteria modulante oppure a due posizioni ad alimentazione elettrica
- Valvola a due vie motorizzata ad alimentazione elettrica per l'intercettazione del flusso d'acqua alla batteria
- Batteria aggiuntiva di riscaldamento per impianti a 4 tubi

5.21.2. Batterie di postriscaldamento

Saranno del tipo da installazione a canalizzazione, costituite da pacco alettato con tubi in rame ed alette in alluminio, corredate di opportuno telaio flangiato in acciaio zincato per l'inserimento nel canale.

Ogni batteria sarà seguita da una serranda di taratura ad alette controrotanti, delle stesse dimensioni della batteria, inserita nello stesso telaio o in proprio telaio delle stesse dimensioni trasversali del primo e fissato a questo con bulloni.

Nelle flangiature saranno interposti opportuni materiali di tenuta.

Le serrande dovranno consentire una regolazione molto fine, e portare un indice per la chiara identificazione della posizione delle alette.

Il blocco batteria-serranda sarà raccordato alle dimensioni del canale in cui sarà inserito, mediante due tratti conici, con angolo di apertura non superiore a 15°. Velocità massima di attraversamento frontale sulla sezione utile pari a 3 m/s.

Sarà dimensionata in considerazione delle temperature dei fluidi interessati così come riportate negli ulteriori elaborati di progetto.

Saranno completi di nipples, tappi, riduzioni, mensole di sostegno.

5.21.3. Radiatori

Sono terminali che cedono calore all'ambiente per convezione naturale ed irraggiamento.

Possono essere classificati in base al materiale con cui sono costruiti in ghisa, in acciaio ed in alluminio.

Possono essere classificati in base alla superficie anteriore a colonne o a piastra.

Devono essere installati normalmente sotto finestra o lungo pareti esterne per meglio contrastare le correnti d'aria fredda, migliorare le condizioni di benessere fisiologico limitando l'irraggiamento del corpo umano verso le zone fredde e riducendo contemporaneamente la formazione di condensa interna.

La distanza dal pavimento deve essere pari a 10-12 cm.

La distanza dalla parete posteriore deve essere pari a 4-5 cm.

Verso sporgenze al di sopra o di fianco del radiatore va mantenuta una distanza di rispetto non inferiore a 10 cm.

Normalmente il fluido vettore deve entrare nella zona alta del radiatore ed uscire dalla zona bassa opposta a meno che il radiatore stesso non sia dotato di circuiti interni che consentono tale circolazione anche con attacchi diversi.

In locali medio grandi la potenza termica richiesta va suddivisa su più radiatori al fine di ottenere temperature interne uniformi.

Il dimensionamento dei radiatori deve essere tale da fornire il calore necessario in fase di riscaldamento considerando la temperatura acqua entrata uscita, temperatura dell'aria ambiente 20 °C e tenuto conto di opportuni coefficienti correttivi:

- Per tener conto della presenza di nicchie, mensole o mobiletti di protezione
- Qualora l'installazione sia prevista a quote superiori a 750 m s.l.m.
- Qualora gli attacchi del radiatore determinino una circolazione interna diversa da quella standard prevista (dall'alto al basso lato opposto)
- Per tener conto della verniciatura se a base di alluminio o bronzo

I radiatori saranno dotati in generale dei seguenti elementi accessori:

- Valvola a doppio regolaggio diritta o ad angolo, con volantino in plastica. Il doppio regolaggio dovrà essere tarato in fase di prova dell'impianto, e quindi bloccato, e la manovra del volantino non dovrà interferire sulla suddetta taratura
- Valvola termostatica (delle migliori marche) con elemento termostatico incorporato nel volantino, oppure separato, se richiesto o necessario, con gradazione corrispondente a diverse temperature ambiente, più posizione di antigelo
- Nel caso di elemento termostatico separato, questo sarà collegato al corpo valvola con un capillare di adeguata lunghezza e robustezza
- Detentore in bronzo con cappuccio filettato in plastica, oppure in bronzo
- Valvolina di sfiato dell'aria manuale (senza elemento igroscopico), da 1/4"
- Rubinetto di scarico a spillo in bronzo, da 1/4" con codolo quadro di manovra e portagomma
- Valvola monotubo in ottone sbiancato con sonda interna in tubo di rame fino a 2/3 circa della lunghezza del corpo scaldante. La valvola sarà provvista di volantino di manovra, tale da deviare il flusso d'acqua dal radiatore, in posizione di chiusura, senza variazioni di perdita di carico

La potenza dei radiatori indicata negli elaborati di progetto si intende "potenza termica equivalenti secondo le norme EN442" e pertanto riferite alla capacità termica di erogazione standard: essa è stata valutata in considerazione delle effettive dispersioni invernali così come calcolate nella relazione relativa, ed incrementate/decrementate in relazione alle reali temperature di alimentazione previste a progetto.

5.21.4. Radiatori in acciaio

Saranno realizzati mediante saldatura di lamiere stampate o di tubi con spessore comunque non inferiore a 1,2 mm e potranno essere a piastra, a colonne, con minimo contenuto d'acqua, facilmente pulibili, adatti anche ad applicazioni a bassa temperatura, a tubi o a lamelle, a pari prezzo, a scelta della D.L. di qualsiasi altezza e spessore verniciati antiruggine all'origine.

Saranno completi di nipples, tappi, riduzioni, mensole di sostegno. Dovranno essere costruiti per una pressione di esercizio non inferiore a 7 kg/cm².

Dovranno essere documentate le emissioni termiche specifiche (rese), valutate secondo le norme UNI EN 442.

5.22. IMPIANTI SANITARI

5.22.1. Reti idriche

Nei tubi che convogliano acqua per impianti sanitari le velocità dovranno essere contenute entro i limiti indicati nella seguente tabella.

Diametro tubazione idrico sanitaria	Velocità massima m/s
Sino a diametro ½" compreso	0,7
Da ½" a ¾" compreso	0,9
Da ¾" a 1" compreso	1,2
Da 1" a 1"1/4 compreso	1,5
Da 1"1/4 a 1"1/2 compreso	1,7
Da 1"1/2 a 2" compreso	2,0
Oltre	2,5

Velocità massima nelle tubazioni passanti in ambienti occupati = 1,0 m/s

Nelle tubazioni installate in contropendenza la velocità dell'acqua dovrà comunque risultare superiore al valore minimo di trascinarsi dell'aria al fine di evitare la formazione di bolle o sacche d'aria.

Alle utenze sanitarie saranno garantite le seguenti portate nominali, pressioni e dimensioni degli attacchi (sia in erogazione fredda che eventualmente calda):

Apparecchio	Portata acqua l/s	Pressione min. kPa	Diametro alimentazione
Lavabi	0,10	50	½"
Bidet	0,10	50	½"
Vasi a cassetta	0,10	50	½"
Vasi passo rapido	1,50	150	¾"
Vasi flussometro	1,50	150	¾"
Vasca da bagno	0,20	50	½"
Vasca idromassaggio	0,40	100	¾"
Doccia	0,15	50	½"
Lavello da cucina	0,20	50	½"
Lavabiancheria	0,10	50	½"
Orinatoio	0,10	50	½"
Vuotatolo a cassetta	0,15	50	½"
Beverino	0,05	50	½"
Idratino ½"	0,40	100	½"
Idratino ¾"	0,60	100	¾"
Idratino 1"	0,80	100	1"

La contemporaneità da considerare alla base del calcolo delle portate complessive nelle tubazioni deve essere scelta in base alla destinazione d'uso del fabbricato.

Per rubinetteria con erogazione automatica a tempo sono da verificare le prestazioni con la casa costruttrice selezionata.

L'acqua calda sanitaria sarà erogata alle utenze a 48°C (+/-2°C).

La rete idrico sanitaria sarà coibentata in modo da garantire l'erogazione con salto termico massimo di 2°C tra il punto di produzione e l'utenza.

La quantità massima ammissibile di acqua fuoriuscente dai rubinetti prima che l'acqua calda venga erogata alle condizioni prescritte è di 1,5 litri.

Per le tubazioni utilizzate in circuiti idrico sanitari saranno osservate le normative del Ministero della Sanità in materia ed in particolare i lubrificanti per il taglio ed i prodotti per la tenuta dovranno essere privi di oli minerali o grafite, additivi solubili o meno comunque contenenti cloro fluoro e zolfo, sostanze che ne compromettano la potabilità.

I materiali utilizzati in detti impianti saranno accompagnati da adeguate attestazioni di adeguatezza.

5.22.2. Reti di scarico e ventilazione

Terminologia:

- Acqua usata: termine unico che comprende acque nere, acqua bianche saponose e acque grasse
- Diramazione di scarico: tratto normalmente sub orizzontale dall'apparecchio alla colonna di scarico

- Colonna di scarico: tratto normalmente verticale che unisce le diramazioni fino al collettore di scarico
- Collettore di scarico: tratto normalmente sub orizzontale che unisce le colonne di scarico fino alla fognatura esterna
- Diramazione di ventilazione: tratto normalmente sub orizzontale dall'apparecchio alla colonna di ventilazione
- Colonna di ventilazione: tratto normalmente verticale che unisce le diramazioni fino allo sfiato in copertura

La rete di scarico dovrà essere in grado di garantire lo smaltimento alle utenze sanitarie.

Per ciascun apparecchio i diametri allo scarico dovranno essere i seguenti:

Apparecchio	Unità di scarico (US)	Diametro scarico DN
Lavabi	1	50
Bidet	2	50
Vasi a cassetta	4	100
Vasi passo rapido	8	100
Vasi flussometro	8	50
Vasca da bagno	2	50
Vasca idromassaggio	2	50
Doccia	2	50
Lavello da cucina	2	50
Lavello con tritarifiuti	3	50
Lavabiancheria	2	50
Orinatoio	2	50
Vuotatolo a cassetta	4	100
Beverino	1	32
Piletta 75	1	50
Piletta 100	2	50

Le diramazioni di scarico garantiranno l'allaccio di un numero massimo di utenze determinato attraverso la somma delle unità di scarico allacciate specificatamente e determinate nel numero massimo nella successiva tabella:

Ogni apparecchio sanitario sarà collegato a colonne di ventilazione secondarie eseguite con tubazioni dello stesso materiale utilizzato per gli scarichi e collegate a circa 1 m sopra l'apparecchio più alto servito alla colonna di ventilazione primaria.

La colonna di scarico è prolungata sino allo sbocco in atmosfera completa di cappello di ventilazione e conversa di raccordo alla copertura del fabbricato.

La posa delle tubazioni di ventilazione dovrà essere conforme ai disegni di progetto, nonché alla norma UNI 9183; il diametro minimo dei raccordi di ventilazione deve essere di 40 mm per i vasi e di 32 mm per tutti gli altri apparecchi.

Le colonne di ventilazione secondaria saranno raccordate alle rispettive colonne di scarico in alto a non meno di 15 cm al di sopra del troppo-pieno dell'apparecchio più alto ed in basso, al di sotto, del più basso raccordo di scarico.

I terminali delle colonne, infine, dovranno sporgere di almeno 2 m se il luogo in cui si trovano è praticabile da persone.

Le pilette di scarico a pavimento dovranno avere sifone e griglia in acciaio INOX 14301, chiusura a campana in PP estraibile, flangia pressata, fori di drenaggio, tiranti a vite. Costruzione regolabile in altezza. Altezza di sifonatura minima: 50 mm. Griglia di tipo meticolato antisdrucchiolo, classe L.15. Complete di ogni accessorio, anche se non espressamente previsto, per la corretta posa in opera, secondo la normativa vigente.

La massima distanza tra la piletta di scarico ed il raccordo di ventilazione sarà in funzione del diametro della piletta stessa secondo la seguente tabella:

Diametro piletta (mm)	Massima distanza (m)
32	0,75
40	1,00
50	1,50
80	1,80
100	3,00

5.22.3. Estrazione aria servizi igienici

1.1.1.1.1.19 ASPIRATORE DA PARETE O DA FINESTRA

Aspiratore da parete o da finestra dotato di ventilatore elicoidale e di serranda, con comando elettrico interbloccata con il funzionamento del ventilatore stesso e temporizzatore. Completo di ogni accessorio, anche se non espressamente indicato, ma necessario al fine di consentire un'installazione a perfetta regola d'arte.

1.1.1.1.1.20 ESTRATTORI IN POLIPROPILENE

Ventilatori centrifughi realizzati interamente in polipropilene riciclabile, con scudi ai lati della chiocciola colorati, diametro esterno girante mm 200 e diametro bocche mm 160.

Girante del tipo a pale avanti, direttamente accoppiata al motore, equilibrata secondo ISO 1940 - grado G 6,3.

Motore elettrico con forma costruttiva B34 (B3/B14) fissato direttamente, con la flangia, allo scudo colorato.

Motori antideflagranti EEx-d certificati per gruppi di custodia IIA, IIB secondo le norme europee CEI EN 50018, con classe di temperatura T4.

Accessori compresi: giunti flessibili per collegamento ai canali, serrande di regolazione manuale, tronco diffusore con rete.

Temperatura massima ammissibile del flusso d'aria: 80°C.

Alimentazione: 400 V – 50 Hz trifase.

Resistenza agli agenti corrosivi

Il polipropilene presenta buona resistenza nei confronti della maggior parte degli acidi, alcali e altre sostanze chimiche.

Per garantire una buona resistenza del manufatto tutta la bulloneria di fissaggio è in acciaio inossidabile.

Nel prezzo saranno anche compresi tutti i supporti ed ancoraggi che fossero necessari, piedi da fissare, con quattro bulloni, alla sedia, costruita in acciaio inossidabile AISI 304.

5.22.4. Apparecchi sanitari e rubinetterie

I lavabi, i bidet, gli orinatoi e gli eventuali accessori saranno esclusivamente di porcellana vetrificata con spiccate caratteristiche di durezza, compattezza, assorbenza (coefficiente di assorbimento inferiore allo 0,55%) e coperture in smalto durissimo brillante di natura feldspatico-calcarea con cottura contemporanea a 1300°C circa, che assicurino una profonda penetrazione fra smalto e massa e ne impedisca la cavillatura.

Il materiale sarà quindi porcellana dura (detta comunemente vitreous-china) così come risulta classificata e definita dalla norma di unificazione UNI 4542 "Apparecchi sanitari di materiali ceramici; classificazione e definizione dei materiali".

I pilozzi saranno esclusivamente prodotti ceramici costituiti da una massa di forte spessore ricoperta da forte spessore di porcellana vetrificata a sua volta ricoperta da smalto di natura feldspatico-calcarea con cottura contemporanea a 1300°C circa.

Il materiale sarà quindi gres porcellanato (detto comunemente fire-clay) così come definito dalla citata norma UNI 4542.

Salvo indicazione contraria tutti gli apparecchi si intendono non colorati.

Ogni apparecchio dovrà essere marchiato con il nome del costruttore, che attesta la qualità.

Per il fissaggio degli apparecchi è vietato l'uso di viti di ferro ed è ammesso unicamente l'impiego di viti di ottone od in acciaio INOX.

La sede di fissaggio di tali viti (sia a muro che pavimento) sarà costituita da tasselli metallici ad espansione o da altri sistemi, comunque di assoluta garanzia di stabilità.

Le rubinetterie saranno costruite in modo da ridurre al minimo, per quanto possibile, l'intervento di personale specializzato per la manutenzione e la sostituzione delle parti di ricambio.

Le rubinetterie installate sui diversi apparecchi facenti parte di uno stesso gruppo saranno (se non diversamente disposto) della stessa serie. La massa non presenterà difetti di fusione o di lavorazione, né soffiature.

I pezzi ottenuti per stampaggio saranno normalizzati mediante opportuno trattamento termico per eliminare l'incrudimento e migliorarne le caratteristiche meccaniche.

Alla prova di schiacciamento gli elementi stampati non presenteranno incrinature o fessurazioni.

Durante i lavori, sul corpo dei rubinetti da incasso, sarà montato un idoneo cappuccio che consenta all'installatore di incassare il rubinetto alla giusta profondità e protegga il rubinetto stesso durante l'esecuzione dei successivi lavori murari.

In generale ogni apparecchio sanitario sarà completo di:

- Collegamento in ottone cromato fra le rubinetterie e le tubazioni eseguito mediante appositi raccordi a premistoppa sintetici, completi di rubinetto e filtro
- Sifone di ispezione del diametro minimo 1¼" completo di piletta
- Tubo di collegamento in ottone cromato, con la conduttura di scarico, munito di rosone a muro; il tubo di collegamento nonché lo scarico dell'apparecchio avranno diametro interno non inferiore a 1¼"

La pressione di prova a freddo delle apparecchiature sarà 1000 kPa.

1.1.1.1.1.1.21 LAVABI NORMALI

I lavabi saranno in vitreous-china conforme alle caratteristiche di cui alla specifica generale.

Le dimensioni saranno quelle indicate sui disegni architettonici, con colonna, con mensole tipo nascosto per fissaggio alla parete.

Ogni lavabo sarà corredato di:

- Gruppo di miscela di tipo monocomando per erogazione acqua calda, fredda o miscelata, con bocca fissa sul bordo dell'apparecchio, dotato di rompigetto, diametro ½"
- Piletta di scarico e troppo pieno diametro 1 ¼ " con dispositivo di scarico a salterello e comando sulla bocca di erogazione
- Sifone di scarico a bottiglia diametro 1 ¼" di tipo regolabile completo di raccordo in ottone cromato e rosone
- Tubetti di raccordo sottolavabo a parete completi di rubinetti di intercettazione con filtro

1.1.1.1.1.1.22 LAVABI CON RUBINETTI AUTOMATICI

I lavabi saranno in vitreous-china, conformi alle caratteristiche di cui alla specifica generale.

Ogni lavabo sarà corredato di:

- Gruppo di miscela di tipo termostatico a comando elettronico con funzionamento ed avvicinamento per erogazione acqua calda, fredda o miscelata, con bocca fissa sul bordo dell'apparecchio, dotato di rompigetto, diametro ½" completo di alimentazione con stabilizzatore elettronico
- Piletta di scarico e troppo pieno diametro 1 ¼ " con dispositivo di scarico a griglia in ottone cromato
- Sifone di scarico a bottiglia diametro 1 ¼" di tipo regolabile completo di raccordo in ottone cromato e rosone a muro
- Tubetti di raccordo sottolavabo a parete di tipo rigido, completi di rubinetti di intercettazione con filtro

1.1.1.1.1.1.23 APPARECCHIATURE PER DOCCIA

I piatti doccia saranno del tipo per montaggio a filo pavimento per l'accesso anche da parte di persone disabili; saranno realizzati in metacrilato con rinforzi in vetroresina e finiture antisdrucchiolo.

Ciascuna doccia sarà completa di:

- Gruppo di miscela di tipo monocomando meccanico per erogazione acqua calda, fredda o miscelata, per sistemazione incassato completa di piastre cromate di rifinitura esterna diametro ½"
- Soffione snodato di tipo anticalcare completo di tubazione flessibile, raccordo a parete ed aste cromate di sostegno e scorrimento, attacco per uso duplex
- Piletta di scarico e deflusso libero con griglia in acciaio INOX diametro 110 mm e raccordo alle tubazioni di scarico diametro 1 ¼ "
- n° 2 rubinetti d'intercettazione e regolazione da incasso a parete completi di filtro diametro ½
- Sifone ultrapiatto di scarico a pavimento in polietilene rigido ad alta densità, completo di coperchio in acciaio INOX

1.1.1.1.1.24 VASI CON CASSETTA DA INCASSO

I vasi saranno in vitreous-china di tipo sospeso conforme alle caratteristiche di cui alla specifica generale. Le dimensioni complessive d'ingombro del vaso saranno quelle indicate sui disegni architettonici, per fissaggio a pavimento mediante viti e tasselli.

La cassetta di scarico sarà in PVC del tipo da incasso, completa di frontali e pulsante di comando in acciaio INOX.

Ogni vaso sarà completo di:

- Batteria interna per la cassetta a funzionamento silenzioso, sicurezza di scarico e troppo pieno
- Rubinetto d'intercettazione cromato, a squadra da 3/8", per la cassetta con raccordo e rosone a parete
- Sedile pesante tipo chiuso rivestito in resina poliestere, completo di coperchio, viti, cerniere e galletti di fissaggio in ottone cromato
- Staffe di sostegno viti e tasselli per fissaggio a parete

1.1.1.1.1.25 BIDET

I bidet saranno di tipo sospeso in vitreous-china conforme alle caratteristiche di cui alla specifica generale.

Le dimensioni saranno quelle indicate sui disegni architettonici, l'apparecchio verrà fissato a pavimento mediante viti e tasselli.

Ogni bidet sarà corredato di:

- Gruppo di miscela di tipo monocomando per erogazione acqua calda, fredda o miscelata, con bocca incorporato nel gruppo, dotato di rompigitto, diametro ½"
- Piletta di scarico e troppo pieno diametro 1 ¼ " con dispositivo di scarico a salterello e comando sulla bocca di erogazione
- Sifone di scarico a bottiglia diametro 1 ¼" di tipo regolabile completo di raccordo in ottone cromato e rosone
- Tubetti di raccordo sottobidet alla parete completi di rubinetti di intercettazione con filtro
- Staffe di sostegno viti e tasselli per fissaggio a parete

1.1.1.1.1.26 IDRANTINI DI LAVAGGIO

Gli idrantini di lavaggio saranno in ottone cromato conformi alle caratteristiche di cui alla specifica generale.

Gli idrantini, da ½", saranno costituiti da rubinetto per sistemazione a parete, con rosone, nonché di attacco portagomma inclinato a 45° rispetto al piano verticale della parete, accoppiato al rubinetto mediante bocchettone.

1.1.1.1.1.27 PILETTE A PAVIMENTO

Le pilette sifoidi a pavimento saranno in polietilene rigido ad alta densità. Saranno previste di diaframma interno per la formazione del sifone con un attacco di scarico del diametro di 63 mm.

L'altezza del livello dell'acqua sarà almeno di 50 mm.

La copertura del livello sarà realizzata con tappo a vite in polietilene e coperchio di chiusura in acciaio INOX, completo di viti in acciaio INOX.

5.22.5. Accessori di sicurezza per servizi igienici

1.1.1.1.1.1.28 SERVIZI IGIENICI PER HANDICAPPATI

I servizi igienici dovranno essere realizzati secondo la vigente normativa, comprendente:

N° 1 lavabo in porcellana (vitreous-china) per disabili delle dimensioni di 65x43cm completo di:

- Appoggiamiento
- Mensola pneumatica per l'inclinazione
- Barra di controllo
- Sifone con tubo flessibile
- Piletta di scarico a deflusso libero con tappo
- Accessori per il montaggio

N° 1 gruppo miscelatore monocomando, per lavabo disabili del tipo a pedale o a parete diametro ½", completo di

- Tubazioni flessibili in entrata ed uscita
- Bocca di erogazione
- Filtri
- Valvole di regolazione per la miscelazione progressiva dell'acqua
- Rubinetti d'intercettazione
- Accessori per il montaggio

N° 1 vaso in porcellana (vitreous.china) con sifone incorporato, tipo per disabili, completo di:

- Sedile specifico con apertura anteriore
- Cassetta di scarico a zaino, completa di batteria interna con comando a pulsante
- Rubinetto a squadra d'intercettazione
- Accessori per il montaggio

N° 1 distributore elettronico di sapone liquido in plastica antiurto con funzionamento ad avvicinamento completo di:

- Sensore a raggi infrarossi
- Amplificatore elettronico
- Motore
- Pompa
- Valvola antigocciolo
- Vetrovisore di livello
- Accessori per il montaggio

N° 1 asciugamano elettronico a parete ad aria calda costante, in materiale plastico antiurto con funzionamento ed avvicinamento completo di:

- Sensore a raggi infrarossi
- Amplificatore elettronico

- Ventilatore completo di motore
- Resistenza elettrica
- Accessori per il montaggio

N° 1 gruppo corrimano realizzati in tubo di acciaio da 1" rivestito e verniciato con materiale plastico antiusura composto da:

- Corrimani verticali fissati al pavimento ed al soffitto ed opportunamente controventati alle pareti
- Corrimano orizzontale continuo fissato lungo l'intero perimetro del locale, ad eccezione dello spazio interessato dal lavabo e dalla porta posta a 0,80 mt dal pavimento ed a 0,05 mt dalle pareti
- Maniglione di appoggio
- Portacarta da incasso in porcellana
- Campanello elettrico di tipo con comando e cordone con suoneria riportata in ambiente al fine di recepire l'immediata richiesta di assistenza

Dovranno essere inclusi in questa sezione di lavoro tutte le opere ed i materiali secondo le indicazioni del DPR n° 384 e provvedimenti successivi, nonché tutti gli eventuali componenti che potrebbero migliorare l'uso del locale igienico per disabili, anche se non chiaramente menzionati nella presente specifica e nel computo metrico.

1.1.1.1.1.29 CORRIMANI DI SICUREZZA ORIZZONTALI E VERTICALI

Corrimano di sicurezza orizzontali dritti e/o con curve ad angolo compresi tra 1° e 105° in nylon ultramide diametro 33 mm spessore 4 mm con anima in acciaio trattato anticorrosione ST52, completi di fissaggi e supporti a muro con rosette, sporgenza massima dalla parete 90 mm.

Corrimano di sicurezza verticali dritti in nylon ultramide diametro 33 mm spessore 4 mm con anima in acciaio trattato anticorrosione ST52, completi di fissaggi e supporti a muro con rosette, sporgenza dalla parete 167 mm.

1.1.1.1.1.30 MANIGLIONI DI SICUREZZA

Maniglioni di sicurezza orizzontale dritti in nylon ultramide diametro 33 mm spessore 4 mm con anima in acciaio trattato anticorrosione ST52, completi di fissaggio e supporti a muro con rosette, sporgenza massima dalla parete 90 mm. Quando specificato nei tipi, completi di reggisoffione a scorrimento continuo regolabile in altezza ed inclinazione adatto a qualsiasi tipo di soffione.

Maniglioni di sicurezza ad "U" di tipo ribaltabile, in nylon ultramide diametro 33 mm spessore 4 mm con anima d'acciaio trattato anticorrosione ST52, completi di fissaggi e supporti a muro con rosette, sporgenza massima dalla parete 600 o 800 mm, dotati di particolare meccanismo di ritorno incorporato che consente un agevole movimento verso l'alto, impedisce la libera caduta, permette di bloccare in posizione verticale alla parete sia a destra che sinistra, completo di portarotolo con fermocarta antisrotolamento e antifurto.

1.1.1.1.1.31 SEDILI DI SICUREZZA

Sedili di sicurezza per doccia di tipo ribaltabile, in nylon ultramide diametro 33 mm spessore 4 mm con anima in acciaio trattato anticorrosione ST52, completi di fissaggi e supporti a muro con rosette, sporgenza massima dalla parete 400 mm, dotati di particolare meccanismo di ritorno incorporato che consente un agevole movimento verso l'alto, impedisce la libera caduta, permette di bloccare in posizione verticale alla parete sia a destra che sinistra.

5.22.6. Elettropompa sommergibile per acqua sporca

Le pompe sommergibili per acque sporche trovano applicazione per lo svuotamento di pozzetti o vasche di raccolta acque di lavaggio, condense, svuotamento d'emergenza di locali interrati, travasi serbatoio ecc.

Le elettropompe devono essere monoblocco di tipo direttamente accoppiato al motore elettrico

Saranno costituite essenzialmente da:

- Girante in acciaio e gomma nitrilica
- Corpo pompa in ghisa di qualità

- Motore elettrico monofase o trifase, a seconda della grandezza, a due poli a gabbia in bagno d'olio atossico dielettrico per la lubrificazione dei cuscinetti a sfera ed un migliore raffreddamento, classe di protezione minimo IP68, isolamento classe B
- Galleggiante di comando premontato

5.23. CIRCUITI PER IMPIANTI TERMICI

Nei tubi che convogliano acqua per riscaldamento le velocità dovranno essere contenute entro i limiti indicati nella seguente tabella.

	Tubazioni principali	Tubazioni secondarie	Derivazioni ai corpi scaldanti
Tubi in acciaio	1,5 – 2,5	0,5 – 1,5	0,2 – 0,7
Tubi in rame	0,9 – 1,2	0,5 – 0,9	0,2 – 0,5
Tubi in plastica	1,5 – 2,5	0,5 – 1,5	0,2 – 0,7

Velocità (m/s)

Nelle tubazioni installate in contropendenza la velocità dell'acqua dovrà comunque risultare superiore al valore minimo di trascinamento dell'aria al fine di evitare la formazione di bolle o sacche d'aria.

Nei tubi che convogliano acqua per condizionamento le velocità dovranno essere contenute entro i limiti indicati nella seguente tabella.

	Tubazioni principali	Tubazioni secondarie	Derivazioni ai corpi scaldanti
Tubi in acciaio	1,5 – 2,5	0,5 – 1,5	0,2 – 0,7
Tubi in rame	0,9 – 1,2	0,5 – 0,9	0,2 – 0,5
Tubi in plastica	1,5 – 2,5	0,5 – 1,5	0,2 – 0,7

Velocità (m/s)

Nelle tubazioni installate in contropendenza la velocità dell'acqua dovrà comunque risultare superiore al valore minimo di trascinamento dell'aria al fine di evitare la formazione di bolle o sacche d'aria.

5.24. SISTEMI DI REGOLAZIONE

5.24.1. Definizioni

1.1.1.1.1.1.32 CONTROLLO DIGITALE DIRETTO (DDC)

Trattasi di regolatore digitale che, in funzione delle caratteristiche climatiche di diversi ambienti di un edificio e di programmi residenti definiti dall'utente, provvede alla regolazione ed al controllo degli impianti meccanici.

Le uscite del regolatore controllano attuatori quali valvole, le serrande e i dispositivi di regolazione di motori. Gli azionatori sono elettrici o pneumatici e il segnale in uscita dal regolatore è convertito nell'appropriato tipo di segnale

1.1.1.1.1.1.33 SISTEMA DDC

Trattasi di sistema formato da uno o più regolatori digitali. Le funzioni per il controllo del clima e la gestione dell'energia per un funzionamento completo di un impianto di climatizzazione sono realizzate dai diversi DDC. I regolatori digitali (master) di un sistema sono collegati in una rete di comunicazioni composta da uno o più livelli locali di comunicazione (LAN).

1.1.1.1.1.1.34 CONTROLLO DISTRIBUITO

Lo scopo del controllo distribuito è di installare il regolatore presso l'apparecchio che deve essere controllato e di distribuire l'elaborazione ad ogni pannello di controllo DDC autonomo. Il sistema di controllo è formato da regolatori autonomi con un minimo totale di entrate utilizzate e di uscite di controllo pari a 48 o meno per regolatore. Il guasto di ciascun modulo singolo causerà, così, la perdita di non più di 48 punti.

1.1.1.1.1.35 INPUT/OUTPUT (I/O)

I/O si riferisce alle entrate analogiche (AI), alle entrate digitali (DI), alle uscite analogiche (AO) ed alle uscite digitali (DO) in un regolatore digitale.

Le entrate provengono da sensori analogici (temperatura, pressione, umidità, portata) e dai sensori digitali (stato del motore, flussostati, posizioni di interruttore e dispositivi di emissione di impulsi). Le uscite operano modulando ed aprendo o chiudendo i dispositivi di controllo.

1.1.1.1.1.36 UNITÀ I/O

L'unità I/O (slave) fornisce una capacità aggiuntiva di punti a un regolatore digitale e comunica con un regolatore digitale autonomo della rete dell'area locale (LAN). Una unità I/O non è autonoma poiché il programma non risiede nel microprocessore dell'unità I/O.

1.1.1.1.1.37 UNITÀ TERMINALE DI CONTROLLO (TCU)

Trattasi di regolatore digitale mobile e autonomo fornito della comunicazione con una rete locale a livello più basso (slave). La TCU può trattare i dati relativi alla gestione dell'energia e le informazioni temporali derivare dai database di un regolatore digitale autonomo. Esempi dove le TCU possono essere presenti sono il controllo di piccole unità di trattamento aria, cassette a portata variabile, ventilconvettori e pompe di calore.

5.24.2. Descrizione

La regolazione degli impianti dovrà avvenire con componenti hardware e software della stessa marca primaria.

Materiali ed apparecchiature proposti dovranno essere prodotti standard del costruttore, usando materiali, progettazione e fattura simili.

I sistemi di regolazione delle centrali di trattamento aria saranno a corredo delle centrali stesse costituendone pertanto parte integrante.

La messa a punto di tutte le apparecchiature di regolazione automatica è a carico della Ditta installatrice, in modo da consegnarle perfettamente funzionanti e rispondenti alle funzioni cui sono destinate.

La messa a punto dovrà essere eseguita da personale specializzato inviato dalla casa costruttrice della strumentazione, rimanendo però la Ditta installatrice unica responsabile di fronte al Committente.

In particolare a fine lavori la Ditta dovrà consegnare una raccolta con la descrizione dettagliata di tutte le apparecchiature di regolazione, gli schemi funzionali, le istruzioni per la messa a punto e la ritaratura.

Per una descrizione dettagliata dei sistemi e della logica della regolazione adottata, si rimanda anche ad altri elaborati progettuali. Si precisa che le indicazioni qui riportate possono anche non comprendere tutti i componenti necessari alla realizzazione della regolazione automatica. L'installatore, nel rispetto della logica e funzionalità richiesta, deve comprendere nel prezzo della propria offerta e della propria fornitura tutti i componenti, anche se non esplicitamente indicati nelle relazioni, gli schemi e le tavole di progetto necessari a dare la regolazione completa e perfettamente funzionante.

Il Sistema di controllo degli impianti tecnologici dovrà essere di tipo digitale, a microprocessori.

Avrà compiti di regolazione automatica, comando di start-stop, acquisizione di stati/allarmi e misura di grandezze fisiche, unitamente a programmi a tempo, ad evento e di risparmio energetico.

L'hardware sarà costituito da uno o più regolatori digitali, con funzionamento autonomo (stand-alone).

I regolatori digitali dovranno avere la capacità di comunicare tra loro, previa installazione di Bus di trasmissione seriale, per il trasferimento di dati e funzioni comuni a più regolatori.

Ciascun regolatore sarà dotato di CPU e da uno o più moduli d'Ingresso/Uscita (I/O). Dovrà essere possibile collegare a ciascuna regolatore un terminale locale interattivo, in lingua italiana, con installazione fissa o portatile, secondo le esigenze.

Ai Moduli di I/O verranno collegati gli "Elementi in Campo" necessari, quali sensori, attuatori ed organi finali in genere, secondo i tipi descritti, e nelle quantità necessarie a gestire gli impianti del presente appalto.

I Moduli CPU e I/O saranno costituiti da schede componibili ed estraibili, alloggiati in custodie standard precablate, munite di morsettiere. Il collegamento tra i vari moduli verranno realizzati a mezzo di cavo Bus interno.

I regolatori digitali, attualmente richiesti di tipo "stand-alone", dovranno potersi collegare ad eventuale PC di Supervisione, per mezzo di Bus seriale dedicato, oppure via Modem per trasmissione su linea telefonica.

5.24.3. Impianti elettrici e cablaggi

I cavi per le linee di trasmissione dati saranno del tipo espressamente previsto dalla casa costruttrice delle apparecchiature del sistema di regolazione.

Tutte le linee di collegamento alle apparecchiature disposte in campo dovranno essere posate all'interno di cavidotti dedicati; qualora ciò non fosse possibile, l'installatore dovrà verificare la compatibilità della tensione di isolamento del cavo con la tensione di esercizio delle altre linee installate all'interno dei cavidotti comuni.

1.1.1.1.1.1.38 RELE' DI CONTROLLO

Dovranno essere bipolari a commutazione (DPDT), con contatti classificati in relazione all'applicazione (AC1, AC2, AC3, etc..) e racchiusi in contenitori a prova di polvere. Dovranno essere equipaggiati di segnale luminoso che viene acceso quando l'avvolgimento è energizzato e si spegne quando l'avvolgimento non è energizzato. Il relè dovrà essere del tipo a tasca, inserito in una base fissa, e sostituibile senza l'uso di attrezzi o la rimozione della filatura.

1.1.1.1.1.1.39 CORRENTE ELETTRICA E DISTRIBUZIONE

Provvedere una fonte a 230 V, a 50 Hz, a due poli, tre fili con terra. I dispositivi dovranno essere conformi alle norme CEI.

1.1.1.1.1.1.40 TRASFORMATORI

I trasformatori dovranno essere conformi a CEI 14-4. I trasformatori per i regolatori digitali che servono apparecchiature terminali sul più basso livello LAN saranno alimentati dal più vicino quadro elettrico di distribuzione o centralina di controllo, usando i circuiti previsti all'uopo. Si prevedono sezionatori con fusibili sul lato secondario dei trasformatori.

1.1.1.1.1.1.41 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

La protezione dalle sovratensioni, di linea e transitorie, consiste in opportuni dispositivi installati esternamente al regolatore digitale.

1.1.1.1.1.1.42 PROTEZIONI DALLE SOVRATENSIONI DI LINEA

Lo scaricatore di tensioni transitorie esterno al regolatore digitale dovrà essere installato su tutte le alimentazioni in corrente alternata. Lo scaricatore dovrà essere conforme alle norme CEI 37-1, ed avere le caratteristiche di tensione di livellamento al disotto dei seguenti valori:

- Modo normale (dalla linea al neutro): 350 volt
- Modo comune (dalla linea alla terra): 350 volt

1.1.1.1.1.1.43 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI DELLE LINEE DEL TELEFONO E DELLE TELECOMUNICAZIONI

Tali linee verranno protette dalle sovratensioni mediante varistore (MOV) all'ossido metallico. Una protezione aggiuntiva, idonea all'applicazione, sarà installata entro un metro dall'entrata dei cavi nell'edificio o un metro dall'interfaccia della rete della compagnia telefonica.

1.1.1.1.1.1.44 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI DELLA FILATURA DEI SENSORI E DEI CONTROLLO

I regolatori dovranno avere protezione da sovratensioni della filatura dei sensori e dei controlli con fotoisolatore, varistori in ossido di metallo o dispositivi a valanga al silicone. I fusibili non sono permessi per la protezione dalle sovracorrenti.

1.1.1.1.1.1.45 CABLAGGIO

I conduttori dei circuiti di controllo devono essere posati negli stessi condotti dei conduttori dei circuiti di alimentazione e dovranno avere lo stesso livello di isolamento dei conduttori e i circuiti di alimentazione. I circuiti che funzionano a più di 100 volt devono essere avere una sezione adeguata in rapporto alle normative vigenti.

I circuiti operanti a tensione ≤ 100 V dovranno essere posati in appositi cavidotto. Si dovrà inoltre provvedere alla protezione dei circuiti e dei cablaggi come richiesto da NFPA 70. I conduttori che passano nei condotti dell'impianto di climatizzazione devono essere racchiuse in appositi cavidotto di protezione.

1.1.1.1.1.1.46 CABLAGGIO DI CONTROLLO A CORRENTE ALTERNATA

- Il cablaggio di controllo per i circuiti a 24 V dovrà essere realizzati con fili di rame isolati, con sezione minima del conduttore di 1 mm^2 , con tensione di isolamento di 300 V a.c.

- Il cablaggio per circuiti a 120 V a.c. dovrà essere realizzati con fili di rame isolati, con sezione minima del conduttore di 1,5 mm², con tensione di isolamento di 600 V a.c.

1.1.1.1.1.47 CABLAGGIO DEI SEGNALI ANALOGICI

Il cablaggio dei segnali analogici per gli ingressi analogici e per le uscite analogiche dovranno essere realizzato con fili di rame isolati, con sezione minima del conduttore di 1 mm², a quadro singole o a coppie multiple intrecciate. I cavi con più di una coppia dovranno essere totalmente schermati e dovranno avere un conduttore di protezione con sezione 1 mm².

Solo per il cablaggio dall'RTD che dovrà essere utilizzato un cavo con coppia intrecciata con sezione minima del conduttore di 1 mm² totalmente schermato, un conduttore di protezione con sezione 1 mm².

Ogni filo/cavo dovrà avere tensione di isolamento di 300 V a.c. e la schermatura dovrà essere realizzata con nastro in alluminio-poliestere o in rame stagnato.

1.1.1.1.1.48 CABLAGGIO DEI SEGNALI ANALOGICI

Il cablaggio dei segnali analogici per gli ingressi analogici e per le uscite analogiche dovranno essere realizzato con fili di rame isolati, con sezione minima del conduttore di 1 mm², a quadro singole o a coppie multiple intrecciate. I cavi con più di una coppia dovranno essere totalmente schermati e dovranno avere un conduttore di protezione con sezione 1 mm².

Solo per il cablaggio dall'RTD che dovrà essere utilizzato un cavo con coppia intrecciata con sezione minima del conduttore di 1 mm² totalmente schermato, un conduttore di protezione con sezione 1 mm².

Ogni filo/cavo dovrà avere tensione di isolamento di 300 V a.c. e la schermatura dovrà essere realizzata con nastro in alluminio-poliestere o in rame stagnato.

1.1.1.1.1.49 CRITERI DI CABLAGGIO

- Identificazione di Ingresso/Uscita: Etichettare in maniera stabile il cablaggio o le condutture pneumatiche ad ogni terminale, con l'identificazione specificata
- Messa a Terra: Collegare sistemi di regolazione e quadri elettrici alla rete di terra. Per quanto riguarda i regolatori si rinvia alla sezione "Distribuzione Interna Impianti". Si dovranno inoltre mettere a terra gli schermi di protezione dei cavi dei sensori
- L'installatore sarà responsabile del corretto funzionamento dei collegamenti all'impianto di terra di terra e degli eventuali problemi derivanti da tale impianto

1.1.1.1.1.50 REGOLATORI DIGITALI

- Ogni singolo regolatore dovrà gestire le funzioni di controllo di ogni sistema meccanico. Non si dovrà suddividere, fra due o più regolatori, il controllo di ogni singolo sistema meccanico quale unità trattamento aria, gruppo termico, gruppo frigorifero o apparecchiature terminali. Si potrà comunque gestire un intero impianto meccanico con un unico regolatore
- Ogni sistema di controllo digitale dovrà essere protetto meccanicamente mediante opportuno contenitore posizionato (eventualmente) come da elaborati progettuali
- L'interno del suddetto contenitore è previsto un interruttore di protezione per l'alimentazione del regolatore digitale del più alto livello LAN (regolatori Master)
- Il numero totale dei punti I/O dell'hardware connessi a un singolo regolatore digitale autonomo non deve superare i 48. Le unità di espansione dell'I/O non sono permesse. La modalità multiplex dell'I/O non è permessa

1.1.1.1.1.51 MODALITÀ D'INSTALLAZIONE DEI REGOLATORI DIGITALI

Trattandosi d'apparecchiature a microprocessore per la loro installazione si dovranno rispettare le seguenti indicazioni:

- I regolatori non saranno installati negli scomparti di potenza dei quadri elettrici, dove ci siano convertitori di frequenza o apparecchiature elettroniche di potenza

Per evitare che i cablaggio provenienti dal campo subiscano interferenze elettriche, rispettare le seguenti indicazioni:

- Ridurre al minimo possibile la lunghezza dei cavi
- Usare cavi twistati
- Mantenere i percorsi dei cavi di segnale ad una distanza adeguata dai cavi d'alimentazione o di potenza
- Mantenere i percorsi dei cavi di segnale a debita distanza da trasformatori o generatori di frequenza

- Usare cavi schermati in ambienti in cui vi sia elevati campi magnetici (la schermatura deve essere messa a terra solo nel quadro elettrico dove sarà installato il regolatore)
- Non devono essere collegati carichi induttivi al trasformatore che alimenta i regolatori

1.1.1.1.1.1.52 ETICHETTATURA

Le apparecchiature adottate per la regolazione dovranno essere opportunamente etichettate.

Le targhette e le etichette (che portano l'identificazione inequivocabile del dispositivo) devono essere incise o stampate. Le targhette dovranno essere permanentemente affisse alle porte del quadro di controllo dell'impianto di climatizzazione e dell'impianto elettrico di potenza.

Ad ogni componente installato in cantiere dovrà essere collegata un'etichetta di plastica o di metallo con il nome dell'apparecchiatura e/o l'identificazione del punto.

1.1.1.1.1.1.53 ALTRO

Le tubazioni metalliche degli impianti meccanici verranno collegate alla rete di terra mediante collegamenti equipotenziali, prevedendo eventuali ponticelli in corrispondenza di controflange e manicotti.

Le linee Dati per Ingressi Digitali dovranno essere costituite da cavi bipolari, di sezione minima 0,5 mm² fino a 400 m di lunghezza, twistati e con schermatura totale.

Le linee Dati per Ingressi Analogici saranno realizzate:

- Con cavi 2x1,5 mm², twistati con schermatura totale, per collegare sonde di temperatura o trasmettitori 0(4)..20 mA e 0..10 V d.c. alimentati localmente
- Con cavi 3x1,5 mm², con schermatura totale, per collegare trasmettitori 0..10 V d.c. alimentati a max 24 V/50 Hz

Le linee Dati per Uscite Analogiche (0..10 V d.c.) saranno realizzate con cavi con schermatura totale 3x1,5 mm² per distanze fino a 100 m; 3x2,5 mm² fino 170 m. Oltre tale distanza, installare un trasformatore locale, vicino all'attuatore.

Le linee Dati per Uscite Digitali saranno costituite da cavi normali, bipolari o tripolari secondo i casi, con sezione pari a 1,5 mm².

Il cavo di trasmissione digitale C-BUS (Central BUS) tra le centrali di regolazione remote (SR) e tra queste e l'Unità Centrale di Supervisione, se previsto, sarà bipolare, twistato, di sezione 0,5 mm², con schermatura totale per standard RS485, di primaria casa costruttrice.

Per ogni stazione remota sarà previsto un armadietto con portina in vetro. Avrà dimensioni adeguate e protezione IP54. Sul fronte sarà alloggiato l'interruttore bipolare blocco porta.

All'interno, dietro la portina in vetro, saranno installate le Stazioni Remote e le spie di segnalazione.

Sulla piastra di fondo saranno alloggiati i trasformatori, fusibili, ecc., i canali con i cavi, le morsettiere ed il collegamento a terra della massa metallica dell'armadietto. Allo stesso morsetto di terra sarà collegato lo schermo dei cavi dei Punti Dati.

In alternativa le SR potranno essere installate negli stessi quadri elettrici di comando, se di tipo metallico, purché siano loro dedicate delle sezioni distinte dagli altri componenti elettrici.

5.24.4. Controlli e prove

Prima dell'avviamento degli impianti sarà necessario dimostrare la conformità del sistema dei controlli degli impianti elettrici, del riscaldamento, della ventilazione e del condizionamento dell'aria ai documenti di contratto. Sarà fornito il personale, le apparecchiature, la strumentazione e le alimentazioni necessarie per eseguire la calibratura e la prova di cantiere. Le prove saranno eseguite da personale competente dell'installatore o costruttore del sistema DDC.

La prova dovrà includere la prova di cantiere e la prova di verifica della prestazione. La prova di cantiere dovrà dimostrare la giusta calibratura dei dispositivi di ingresso e di uscita e il funzionamento delle specifiche apparecchiature. La prova di verifica della prestazione dovrà assicurare la corretta esecuzione della sequenza di controllo ed il corretto accordo dei cicli di controllo.

Dovrà essere ottenuta l'approvazione del piano per ogni fase delle prove prima di incominciare la stessa fase di prova. Sarà fornita alla Committenza una notifica scritta delle prove programmate prima della prova. La notifica dovrà essere accompagnata dalle procedure di prova proposte. In nessun caso all'Appaltatore sarà concesso di cominciare le prove senza l'approvazione della DL sulle procedure di prova. Le procedure di prova dovranno consistere nella dettagliata istruzione del collaudo completo che comprovi la prestazione degli impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria e del sistema di controllo digitale. Le procedure di prova dovranno comprendere anche le prove accennate nei seguenti paragrafi.

Prima di mettere in programma la prova di verifica delle prestazioni, sarà fornita la documentazione della prova di cantiere e la dichiarazione scritta alla Committenza che il sistema installato è stato calibrato, provato e che è pronto per la prova di verifica delle prestazioni. Non avviare la prova di verifica delle prestazioni prima di ricevere il permesso scritto della D.L.

Le prove saranno sottoposte alla supervisione e all'approvazione della Committenza. Il collaudo non deve essere effettuato durante i periodi di arresto stagionale degli impianti di riscaldamento e di raffreddamento.

Dovranno essere documentate tutte le prove con i risultati dettagliati delle prove e spiegate in dettaglio la natura di ogni errore e dell'azione correttiva intrapresa.

Durante e dopo il completamento delle prove di cantiere e ancora dopo le prove di verifica delle prestazioni identificare, determinarne le cause, sostituire, riparare o calibrare le apparecchiature che non hanno risposto alle prescrizioni e consegnare un rapporto scritto.

Sarà redatto un rapporto scritto contenente la documentazione delle prove dopo le prove di cantiere e ancora dopo le prove di verifica delle prestazioni. Quindi sarà convocata una riunione di revisione delle prove in cantiere per presentare i risultati. Durante queste riunioni di revisione delle prove, sarà dimostrato col funzionamento di tutti quei settori delle prove di cantiere o della prova di verifica delle presentazioni che tutti gli errori sono stati corretti. Basandosi sul rapporto e sulla riunione di revisione delle prove la DL deciderà del punto di proseguimento o del soddisfacente completamento delle prove. Non cominciare nuove prove fino a dopo la ricezione della comunicazione scritta della DDL. Alla conclusione delle nuove prove, l'accertamento sarà ripetuto.

Prima di essere messo in funzione, l'impianto deve essere sottoposto ad una serie di prove e tarature per verificare il funzionamento delle apparecchiature.

Dovranno essere previste almeno le seguenti prove:

1.1.1.1.1.54 ISPEZIONE DEL SISTEMA

Ispezione dell'impianto di climatizzazione nelle sue condizioni di fermo. Controllo delle serrande e valvole per la giusta posizione normale. Documentare ogni posizione nel rapporto di prova.

1.1.1.1.1.55 PROVA DELL'ACCURATEZZA DELLA CALIBRATURA E FUNZIONAMENTO DEI TRASMETTITORI

Controllo della giusta calibratura e funzionamento di ogni trasmettitore. Per ogni sensore (di temperatura) registrare le letture del sensore, con l'uso di apparecchiature di prova e registrare le letture del regolatore digitale. Documentare ogni lettura nel rapporto di prova.

1.1.1.1.1.56 OPERAZIONE DI PROVA DEGLI OUTPUT

Controllo delle operazioni di ogni output per verificare il funzionamento corretto. Comandare le uscite digitali nello stato di apertura e chiusura. Comandare le uscite analogiche al minimo del campo e al massimo del campo, misurare e registrare i valori comandati ed effettivi delle uscite. Documentare ogni comando e risultato per il rapporto di prova.

1.1.1.1.1.57 PROVA DI REGOLAZIONE DEL CAMPO DELL'ATTUATORE

Con il regolatore digitale, applicare un segnale di controllo ad ogni attuatore e verificare che l'attuatore funzioni correttamente dalla sua posizione normale alla completa estensione della sua posizione. Registrare gli effettivi campi delle molle e la posizione normale di tutte le valvole modulanti di controllo e delle serrande. Includere la documentazione nel rapporto di prove.

1.1.1.1.1.58 AVVIAMENTO DEL REGOLATORE DIGITALE E PROVA DELLA MEMORIA

Dimostrare che la programmazione non si è persa dopo una mancanza di corrente e che il regolatore digitale può automaticamente riassumere il corretto controllo dopo una mancanza di corrente.

1.1.1.1.1.59 PROVA DELLA PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

Mostrare che la protezione dalle sovracorrenti che corrisponde alle richieste di queste prescrizioni è stata installata sulla rete di alimentazione dei regolatori digitali e sulle linee di comunicazione.

1.1.1.1.1.60 PROVA DI FUNZIONAMENTO DEL SOFTWARE APPLICATIVO

Provare la conformità del software applicativo per:

- Capacità di comunicare con i regolatori digitali, caricamento e scaricamento dei programmi di controllo
- Programma editore di testo: Dimostrare la capacità di editare il programma di controllo fuori linea

- Segnalazione di condizione d'allarme: Provocare la condizione d'allarme per ogni allarme e assicurarsi che la stazione di lavoro riceva gli allarmi
- Rapporti di tendenza e di stato: Dimostrare la capacità del software di ricevere e salvare i rapporti di tendenza e di stato

1.1.1.1.1.1.61 PROVA DI VERIFICA DELLE PRESTAZIONI

Condurre le prove di verifica delle prestazioni per dimostrare che il sistema mantiene i punti di taratura, che i cicli di controllo sono in sintonia, e che i regolatori sono programmati per la corretta sequenza operativa. Condurre le prove di verifica delle prestazioni durante una settimana di continuo funzionamento dei sistemi di climatizzazione e DDC e prima dell'accettazione formale del lavoro. Specificatamente la prova di verifica delle prestazioni dovrà dimostrare quanto segue:

1.1.1.1.1.1.62 ESECUZIONE DELLA SEQUENZA OPERATIVA

Fornire le tendenze grafiche per mostrare che la sequenza operativa è eseguita nell'ordine corretto. Dimostrare che l'impianto di climatizzazione funziona correttamente per tutta la completa sequenza operativa, ad esempio quella stagionale, quella per occupato/non occupato e per l'avviamento. Dimostrare la corretta specifica risposta simulando queste condizioni. Dimostrare il lavoro degli interblocchi e delle sicurezze dell'hardware. Dimostrare che il sistema di controllo esegue la corretta sequenza di controlli dopo una mancanza di corrente.

1.1.1.1.1.1.63 STABILITÀ E ACCURATEZZA DEL CICLO DI CONTROLLO

Fornire le tendenze grafiche dei cicli di controllo per dimostrare che il ciclo di controllo è stabile e che i punti di taratura vengono mantenuti. La risposta del ciclo di controllo dovrà essere adeguato ai cambiamenti di taratura e stabilizzarsi in un minuto. I dati di tendenza del ciclo di controllo dovranno essere istantanei e i tempi fra i punti dei dati dovranno essere non più lunghi di un minuto.

1.1.1.1.1.1.64 PROVA DELLE OPPOSTE STAGIONI

Ripetere la prova di verifica delle prestazioni durante una stagione opposta a quella della prima prova di verifica delle prestazioni. Le procedure di prova usate nella prova di verifica delle prestazioni dovranno essere usate per la prova della stagione opposta.

5.24.5. Documentazione consuntiva

A consuntivo l'Appaltatore dovrà presentare la seguente documentazione.

1.1.1.1.1.1.65 DOCUMENTAZIONE DELLE PROCEDURE DI PROVA

Fase 1: Prove in campo

- (1) Ispezione del sistema
- (2) Prova dell'accuratezza della calibratura dell'input e del funzionamento
- (3) Prova del funzionamento degli output
- (4) Prova del campo di regolazione dell'attuatore
- (5) Prova dell'avviamento e della memoria del regolatore digitale e/o del PLC
- (6) Prova della protezione dalla sovracorrente
- (7) Prova di funzionamento del software applicativo

Fase 2: Prove di verifica delle prestazioni

- (1) Esecuzione della sequenza delle operazioni
- (2) Stabilità e accuratezza del ciclo di controllo
- (3) Accuratezza del sistema dal principio alla fine

Fase 3: Prove per le opposte stagioni

1.1.1.1.1.1.66 DOCUMENTAZIONE DELLE PROVE IN CAMPO

Presentare una relazione per ogni fase della prova di verifica delle prestazioni in campo mostrando i risultati delle prove. La documentazione dovrà comprendere le risposte attese/reali dei sensori, degli attuatori e dei regolatori.

1.1.1.1.1.67 CERTIFICATI

Certificato di conformità che stabilisca che ogni regolatore digitale e tutte le apparecchiature del PLC soddisfano tutti i requisiti dell'hardware e del software.

1.1.1.1.1.68 ORGANIZZAZIONE DEL SERVIZIO DI ASSISTENZA

Lista dell'organizzazione del servizio di assistenza qualificata che comprenda i nomi e i numeri di telefono delle organizzazioni qualificate per il servizio dei sistemi di controllo degli impianti di climatizzazione.

1.1.1.1.1.69 CERTIFICAZIONE DELL'APPALTATORE

Provvedere certificazione che l'installazione del sistema di controllo è completata e che i requisiti tecnici di queste specifiche sono stati soddisfatti.

1.1.1.1.1.70 MANUALI DI FUNZIONAMENTO E MANUTENZIONE

Manuale degli operatori degli impianti di regolazione e di climatizzazione

Costruire e fornire un manuale per gli operatori degli impianti di controllo e di climatizzazione. Questo manuale è progettato per documentare l'impianto di climatizzazione e di controllo. Costruire questo manuale usando una cartella ad anelli con un minimo delle seguenti 7 sezioni. Usare etichette per suddividere ogni sezione.

- Descrizione dell'Impianto di Climatizzazione: Fornire una descrizione dei componenti dell'impianto di climatizzazione e del sistema di controllo. Comprendere la sequenza operativa ed un elenco completo dei punti
- Disegni dei Controlli: Fornire disegni come prescritto
- Elencazione dei Programmi di Controllo: Fornire un'elencazione di tutti i programmi di controllo, compreso le pagine della messa a punto del regolatore delle apparecchiature terminali
- Parametri di Funzionamento Normale: Fornire le stampe sulla messa a punto dell'input e dell'output e della base dati. Questa sezione va intesa per fornire informazioni sull'indirizzo dei punti, le tendenze e gli scarti di tutti i punti e la base dei dati dei punti, ecc.
- Informazioni di Progetto: Fornire l'etichetta ma lasciare questa sezione vuota
- Fogli di Catalogo Apparecchiature di Controllo: Fornire fogli di catalogo di tutte le apparecchiature e gli accessori del regolatore. Comprendere i diagrammi di comparazione temperatura-resistenza per i sensori di temperatura e le carte di calibratura per i trasduttori di pressione
- Copie di Riserva del Programma di Controllo: Provvedere copie di riserva del programma di controllo e una copia di riserva dei disegni dei controlli ACAD su CD ROM

Manuali del Fabbriante del Software e dell'Hardware DDC

Fornire i seguenti manuali:

- Manuali di installazione e tecnici per l'hardware di tutti i regolatori digitali
- Manuali di installazione e tecnici per le stazioni di lavoro
- Manuali per gli operatori di tutti i controlli digitali
- Manuali per gli operatori per il software delle stazioni di lavoro
- Manuali di programmazione per tutti i regolatori digitali
- Manuali degli operatori degli impianti di controllo e supervisione elettrica
- Manuali di programmazione per il software della stazione di lavoro.
- Manuali del Fabbriante del Software e dell'Hardware del PLC

Provvedere i seguenti manuali:

- Manuali di installazione e tecnici per l'hardware di tutti i componenti decentrati e centrali
- Manuali di installazione e tecnici per le stazioni di lavoro

- Manuali per gli operatori di tutti i controlli digitali
- Manuali per gli operatori per il software delle stazioni di lavoro
- Manuali di programmazione per tutti i moduli attivi

5.25. DISPOSITIVI DI SICUREZZA

5.25.1. Valvole di sicurezza

Campo d'impiego: circuiti acqua calda, fredda.

Valvola che automaticamente, senza l'assistenza di energia diversa da quella del fluido in pressione, scarica una quantità di fluido tale da impedire che sia superata la pressione di sicurezza prefissata e si richiude quando si ristabiliscono le condizioni normali di pressione di esercizio.

Tutte le valvole di sicurezza saranno qualificate e tarate I.S.P.E.S.L. e dimensionate secondo le norme A.N.C.C./I.S.P.E.S.L ed UNI 10412-1.

Le valvole di sicurezza saranno idonee per la temperatura, pressione e tipo di fluido per cui vengono impiegate. Oltre a quanto previsto per il valvolame in genere, tutte le valvole di sicurezza saranno marcate con la pressione di taratura, la sovrappressione di scarico nominale e la portata di scarico nominale.

Tutte le valvole di sicurezza saranno accompagnate da certificato di taratura al banco sottoscritto da tecnico I.S.P.E.S.L.

Le sedi delle valvole saranno a perfetta tenuta fino a pressioni molto prossime a quelle di apertura; gli scarichi dovranno essere ben visibili e collegati mediante imbuto di raccolta e tubazioni in acciaio all'impianto di scarico.

Nei circuiti d'acqua surriscaldata e vapore, saranno impiegate valvole di sicurezza a molla o a contrappeso con otturatore sollevabile a leva. Le valvole avranno corpo in ghisa o in acciaio al carbonio e sede ed otturatore d'acciaio inossidabile. L'apertura completa della valvola, e quindi la capacità di scarico nominale, dovrà essere assicurata con una sovrappressione non superiore al 5% rispetto alla pressione di taratura.

Nei circuiti che trasportano acqua calda fino a 100 °C e acqua fredda (riscaldamento, raffrescamento, acqua potabile, acqua calda sanitaria, etc.) le valvole di sicurezza saranno del tipo a molla con corpo in ghisa o in ottone e otturatore in ottone. L'apertura completa della valvola, e quindi la capacità di scarico nominale, dovrà essere assicurata con una sovrappressione non superiore al 10% rispetto alla pressione di taratura.

5.25.2. Termostati di sicurezza

Dispositivi a sicurezza positiva che interrompono automaticamente l'apporto di calore al generatore al raggiungimento di un prefissato limite di temperatura del fluido in uscita da esso. I termostati di limitazione ripristinano la situazione originale automaticamente dopo l'abbassamento della temperatura sotto il limite di intervento mentre i termostati di blocco richiedono intervento manuale.

Il controllo della temperatura di sicurezza in tubazioni d'acqua, del tipo ON/OFF, sarà effettuato tramite termostati omologati aventi le seguenti caratteristiche:

- Elemento sensibile a bulbo
- Campo di funzionamento adeguato alle escursioni della variabile controllata
- Differenziale fisso
- Capillare di collegamento a bulbo o di media
- Riarmo manuale
- Interruttore/i micro SPDT (in deviazione), normalmente chiuso, con portata dei contatti 15 A a 230V c.a.
- Custodia con grado di protezione IP 54

5.25.3. Flussostati di sicurezza

Dispositivi a sicurezza positiva che interrompono automaticamente l'apporto di calore al generatore al mancare del flusso di circolazione.

Per il ripristino della situazione originale richiedono intervento manuale.

Per il controllo di sicurezza del flusso dell'acqua in tubazioni, si utilizzeranno flussostati aventi le caratteristiche sotto riportate:

- Paletta in bronzo fosforoso o acciaio INOX (in funzione della temperatura del fluido) per tubazioni da 1" a 8"
- Campo di funzionamento adeguato alle escursioni della variabile controllata
- Attacchi 1" NPT maschio
- Riarmo manuale
- Interruttore/i micro SPDT (in deviazione), normalmente chiuso, con portata dei contatti 15 A a 230V c.a.
- Grado di protezione IP 66

5.25.4. Pressostati di sicurezza

Dispositivi a sicurezza positiva che interrompono automaticamente l'apporto di calore al generatore al raggiungimento di un prefissato limite di pressione del fluido in uscita da esso. I pressostati di limitazione ripristinano la situazione originale automaticamente dopo l'abbassamento della pressione sotto il limite di intervento mentre i pressostati di blocco richiedono intervento manuale.

Per il controllo di sicurezza della pressione dei fluidi, si utilizzeranno pressostati aventi le caratteristiche sotto riportate:

- Paletta in bronzo fosforoso o acciaio INOX (in funzione della temperatura del fluido) per tubazioni da 1" a 8"
- Campo di funzionamento adeguato alle escursioni della variabile controllata
- Attacchi 1" NPT maschio
- Riarmo manuale
- Interruttore/i micro SPDT (in deviazione), normalmente chiuso, con portata dei contatti 15 A a 230V c.a.
- Grado di protezione IP 54

5.26. VALVOLE DI REGOLAZIONE

Qualora i diametri delle valvole siano diversi da quelli delle tubazioni di raccordo o da quelli delle valvole di intercettazione, saranno usati tronchetti conici di raccordo filettati o flangiati con angolo di conicità non superiore a 15°. Le valvole dovranno avere pressione nominale non inferiore a PN10 e dovranno regolare con prontezza e precisione anche in posizione molto prossima a quella di chiusura. Se motorizzate, dovrà essere previsto dispositivo di sgancio del servomotore per azionamento manuale dell'otturatore.

Le valvole devono avere le aste in acciaio inossidabile. I corpi delle valvole devono essere progettati per non meno di 862 kPa di pressione di lavoro o del 150 percento della pressione di esercizio dell'impianto, quale delle due sia più grande. La perdita nominale della valvola dovrà essere lo 0,01 percento del Cv. I corpi valvola in lega di rame PN 10 e le valvole in acciaio o in acciaio inossidabile PN 16 saranno flangiate. I componenti delle valvole in ghisa saranno conformi ad UNI ISO 185.

1.1.1.1.1.71 VALVOLE PER ACQUA REFRIGERATA

I corpi delle valvole da 40 millimetri e più piccole dovranno essere in ottone o bronzo con attacchi filettati o a bocchettone. I corpi delle valvole da 50 millimetri a 80 millimetri comprese dovranno essere in ottone, bronzo o ferro. I corpi delle valvole da 50 millimetri dovranno avere attacchi filettati. I corpi delle valvole da 65 millimetri a 80 millimetri devono avere attacchi flangiati. Le rifiniture interne delle valvole dovranno essere in ottone o bronzo tranne gli steli delle valvole che dovranno essere in acciaio inossidabile tipo 316.

Le valvole d'acqua devono essere dimensionate per un differenziale di 21 kPa attraverso la valvola alla portata nominale, tranne se indicato diversamente. Scegliere il coefficiente di flusso della valvola (Cv) per una perdita di carico effettiva non inferiore al 50 percento o non più alta del 125 percento della perdita di carico di progetto alla portata di progetto.

1.1.1.1.1.72 VALVOLE PER ACQUA CALDA

Valvole per servizio di acqua calda sotto i 121 °C

I corpi delle valvole da 40 millimetri e più piccole devono essere in ottone o bronzo con bronzo con attacchi filettati o a bocchettone. I corpi delle valvole più grandi di 50 millimetri dovranno avere attacchi flangiati. Le valvole di acqua devono essere dimensionate per un differenziale di 21 kPa attraverso la valvola al flusso nominale, tranne se diversamente indicato. Scegliere il coefficiente di portata delle valvole (Cv) per una perdita di carico effettiva non inferiore al 50 per cento e non più grande del 125 per cento della perdita di carico di progetto alla portata di progetto.

Le finiture interne, comprese le sedi, gli anelli delle sedi, i cunei modulanti e le molle delle valvole che controllano acqua più calda di 99 °C, dovranno essere in acciaio inossidabile tipo 316.

Le finiture interne delle valvole che controllano acqua fino a 99 °C dovranno essere in ottone o bronzo.

Le parti non metalliche delle valvole di controllo dell'acqua calda dovranno essere adatte per una temperatura minima di funzionamento di 120 °C o di 28 °C sopra la temperatura di progetto dell'impianto, quale che sia la più alta.

5.26.1.Valvole a due vie

Regolano la portata d'acqua addotta alle utenze e sono denominate anche valvole di regolazione.

La regolazione può essere manuale o automatica mediante sistema di controllo ed attuatore.

1.1.1.1.1.1.73 PER ACQUA

Valvola di regolazione a due vie per acqua max. 120°C, corpo in ghisa GG20, attacchi flangiati, otturatore in ottone fino a DN65 e in bronzo DN150, stelo in acciaio INOX, sede ricavata nel corpo, PN16, corsa dello stelo 20mm fino a DN80 e 40mm oltre. Caratteristica di regolazione equipercentuale via diretta, lineare via ad angolo, trafileamento 0...0,02% del Kvs.

1.1.1.1.1.1.74 PER VAPORE

Con otturatore a profilo equipercentuale. Avrà: PN10 e attacchi filettati per bassa pressione e fino a 170°C; PN16 e attacchi flangiati oltre 170°C.

5.26.2.Valvole a tre vie

Controllano la temperatura richiesta dell'acqua di mandata miscelando due flussi d'acqua a temperature diverse.

Le proporzioni di miscelazione possono essere regolate manualmente o automaticamente mediante sistema di controllo ed attuatore.

1.1.1.1.1.1.75 ATTACCHI FILETTATI

Valvola di regolazione a tre vie per acqua max. 120°C, corpo in bronzo, attacchi filettati, otturatore e stelo in acciaio INOX, sede in acciaio fino a DN20 e ricavata nel corpo fino a DN40, PN16, corsa dello stelo 5,5mm. Caratteristica di regolazione lineare, trafileamento 0...0,02% del Kvs.

1.1.1.1.1.1.76 ATTACCHI FLANGIATI

Valvola di regolazione a tre vie per acqua max. 120°C, corpo in ghisa GG20, attacchi flangiati, otturatore in ottone fino a DN65 e in bronzo DN150, stelo in acciaio INOX, sede ricavata nel corpo, PN16, corsa dello stelo 20 mm fino a DN80 e 40 mm oltre. Caratteristica di regolazione equipercentuale via diretta, lineare via ad angolo, trafileamento 0...0,02% del Kvs.

1.1.1.1.1.1.77 PER CONTROLLO DI UNITÀ TERMINALI

Valvola a tre vie sede ed otturatore, con corpo in bronzo, attacchi filettati a norme ISO 228/1 e manopola per il comando manuale. Utilizzabili per il controllo di unità terminali, soffitti raffreddati e riscaldamento a zone. Adatte per acqua calda e fredda (VDE2035), max 60% glicole.

5.26.3.Attuatori per valvole e serrande

Gli attuatori (detti anche servocomandi) dovranno avere motore elettrico con ritorno a molla o con ritorno a diseccitazione in maniera che, nel caso di una mancanza di corrente l'attuatore ritorni in sicurezza sia nella posizione normalmente aperta che in quella normalmente chiusa, come specificato. L'attuatore dovrà funzionare silenziosamente e correttamente nel campo corrispondente dall'85 fino al 110 per cento della energia di azionamento.

Provvedere attuatori elettrici tipo idraulico o a ingranaggi. Quando azionato alla tensione nominale, ogni attuatore deve essere capace di sviluppare la coppia richiesta per il movimento uniforme continuo della valvola o della serranda e deve avere un commutatore di fine corsa per limitare lo spostamento o dovrà sostenere la situazione di stallo senza danni. Gli attuatori dovranno funzionare correttamente entro un campo dell'85 al 110 per cento della tensione di linea. Provvedere

ingranaggi in acciaio o in lega di rame. Ingranaggi in fibra di nylon o rinforzati possono essere usati per coppie inferiori a 1808 Mn.m. Provvedere assi in acciaio temperato che scorrono entro cuscinetti a manicotto in lega di rame, in acciaio temperato, in nylon o in cuscinetti a sfere. Racchiudere gli operatori e i treni degli ingranaggi al completo in custodie a prova di polvere con attacchi di condotti rigidi. Provvedere operatori a due posizioni della singola direzione con ritorno a molla e di tipo reversibile. Provvedere operatori proporzionali capaci di arrestarsi a tutti i punti del ciclo e di ripartire in entrambe le direzioni da qualsiasi punto. Fornire gli operatori reversibili o proporzionali con commutatori di limite per limitare la corsa in entrambe le direzioni a meno che l'operatore non sia del tipo a stallo. Equipaggiare gli operatori delle valvole con un dispositivo di limitazione di forza quale lo snervamento della molla in maniera tale che quando si è in posizione di riposo, il dispositivo mantenga sul disco della valvola una pressione equivalente a quella del sistema alla valvola. Provvedere motori elettrici a poli schermati reversibili, a condensatore ausiliario, sincroni o passo passo.

1.1.1.1.1.78 ATTUATORE FLOTTANTE PER VALVOLE

Con corsa lineare e fine corsa autoadattativi. Per un'accurata regolazione la corsa sarà minimo di 19 mm, per valvole fino a DN80 e di 38 mm a partire dal DN100. Ove richiesto, sarà dotato di ritorno a molla per mancanza di tensione. La forza sviluppata sarà adeguata alla pressione differenziale necessaria con valvola chiusa. Sarà azionato da motore sincrono a 24V - 50Hz. Protezione IP54. Tempo di corsa da 2 a 3 min. Completo di accessori per l'installazione, microinterruttori di fine corsa integrati per segnalazione apertura e chiusura e indicatori di posizione.

1.1.1.1.1.79 ATTUATORE MODULANTE PER VALVOLE

Dotato di scheda elettronica con ingresso 0-10V d.c.. e ribilanciamento di posizione interno. Avrà corsa lineare e fine corsa autoadattativi. Per un'accurata regolazione la corsa sarà minimo di 19 mm per valvole fino a DN80 e di 38 mm a partire dal DN100. Ove richiesto, sarà dotato di ritorno a molla per mancanza di tensione. La forza sviluppata sarà adeguata alla pressione differenziale necessaria con valvola chiusa. Sarà azionato da motore sincrono con alimentazione 24V - 50Hz. Protezione IP 54. Tempo di corsa da 2 a 3 min. Completo di accessori per l'installazione, microinterruttori di fine corsa integrati per segnalazione apertura e chiusura e indicatori di posizione.

1.1.1.1.1.80 ATTUATORE PER SERRANDE

Completo di accessori per corsa lineare. Di tipo ON-OFF o modulante ad azione continua per segnali di regolazione 0...10V c.c secondo i casi. Avrà forza adeguata alla superficie della serranda. Su aria esterna ed espulsione avrà ritorno a molla per mancanza di tensione. Alimentazione 24V - 50Hz, protezione IP54. Se necessario, sarà dotato di micro ausiliari.

1.1.1.1.1.81 ATTUATORE PER VALVOLE PER RADIATORI

Servocomando elettrotermico per valvole per radiatori, forniti con cavo di collegamento di 1,2 m o 5 m. alimentazione 24V, segnale di posizionamento PWM, tempo di corsa 3min, grado di protezione IP43, alimentazione 24V.

5.27. TRASMETTITORI

I trasmettitori devono avere un'uscita da 4 a 20 mA o da 0 a 10 V, scalata linearmente con il campo di temperatura, di pressione, di umidità o di portata da rilevare. Il trasmettitore deve accoppiarsi alla sonda o sensore, calibrato in fabbrica e sigillato. L'errore totale non dovrà superare lo 0,1 per cento dei 20 mA (0,02 mA) a qualsiasi punto compreso nel campo da 4 a 20 mA. La tensione di alimentazione dovrà essere a 24 volt in corrente alternata o continua. I trasmettitori dovranno avere un regolaggio di inizio e di estensione non interattivo.

5.27.1. Trasmittitore di temperatura

Dovranno essere previsti sensori di temperatura nei posti necessari per rilevare le condizioni appropriate.

I sensori saranno installati in posti dove è facile accedere ed eseguirne la manutenzione senza l'uso di attrezzi speciali. I sensori dovranno essere calibrati con l'accuratezza prescritta. In nessun caso i sensori progettati per un tipo di applicazione potranno essere installati per un altro tipo di applicazione come ad esempio sostituire un sensore da canale con un sensore da ambiente.

1.1.1.1.1.82 SENSORI DELLA TEMPERATURA AMBIENTE

Installati sulle pareti interne per sentire le condizioni medie di temperatura dell'ambiente. Evitare ubicazioni dove possono essere coperti dai mobili. I sensori di temperatura ambiente non devono essere montati sulle pareti esterne quando sono disponibili altre ubicazioni. Montare l'asse centrale del sensore a 1,5 metri sopra il pavimento finito.

1.1.1.1.1.83 SENSORI DI TEMPERATURA DA CANALE

Installati nei canali nelle ubicazioni generalmente indicate. Scegliere la specifica ubicazione del sensore dentro il canale per rilevare l'appropriata temperatura dell'aria. Non collocare i sensori negli spazi morti o in posizioni ostruite da canali

o apparecchiature. Installare guarnizioni fra l'astuccio del sensore e la parete del canale. Sigillare le penetrazioni del canale e dell'isolamento.

Appendere i sensori di media da canale fra due supporti rigidi in conformazione a serpentina per rilevare le condizioni medie. Isolare termicamente gli elementi di rilevamento della temperatura dai supporti. Provvedere sportelli di accesso sul canale in corrispondenza dei sensori di media.

Ubicare i sensori di protezione antigelo nei posti più indicati per sentire le temperature più basse, per evitare problemi per la stratificazione dell'aria.

Termosonda per canale d'aria per la misura della temperatura, gambo flessibile da 0,4 m costituita da custodia in materiale plastico con coperchio a scatto, campo di misura -30 .. +60, elemento sensibile Ni1000 Ohm a 0°C grado di protezione IP42.

1.1.1.1.1.84 SENSORI DI TEMPERATURA A IMMERSIONE

Provvedere pozzetti per i sensori che misurano le temperature in applicazioni per liquidi o sui recipienti a pressione. Ubicare i pozzetti per sentire continuamente le condizioni del flusso. Dove i diametri del tubo sono più piccoli della lunghezza del pozzetto prevedere i pozzetti sui gomiti delle tubazioni per provocare un corretto flusso sull'intera area del pozzetto. Il pozzetto non deve restringere l'area di passaggio del flusso a meno del 70 percento dell'area del tubo. Aumentare la dimensione del tubo come richiesto per evitare restrizioni. Provvedere i pozzetti con materiale di trasmissione termica entro il pozzetto per velocizzare il responso della misura della temperatura. Provvedere i pozzetti con dadi sigillanti per contenere il materiale di trasmissione termica.

Sonda di temperatura ad immersione con cavo per la misura della temperatura dell'acqua nelle tubazioni o nei serbatoi. Campo di impiego -30..130°C, elemento sensibile LG-NI 1000, grado di protezione IP64,collegamento 2 fili, PN16

1.1.1.1.1.85 SENSORI DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

Provvedere sensori della temperatura dell'aria esterna sul lato nord dell'edificio, lontano da cappe di estrazione, prese d'aria esterna e altre aree dove potrebbe essere compromessa la lettura della temperatura. Provvedere schermi solari per proteggere il sensore dell'aria esterna dall'irraggiamento solare diretto.

Termosonda per la misura della temperatura dell'aria esterna, e parzialmente delle radiazioni solari, della temperatura della parete esterna e dell'effetto del vento, costituita da custodia in materiale plastico con coperchio a scatto, campo di misura -35 .. +50, elemento sensibile Ni1000 Ohm a 0°C grado di protezione IP43.

1.1.1.1.1.86 TERMOSTATO PER TEMPERATURA DI PROTEZIONE DALLE BASSE TEMPERATURE

Per ogni 3,72 metri quadri di area frontale della batteria, provvedere un termostato per sentire la temperatura nell'ubicazione mostrata. Provvedere l'elemento sensibile del termostato in conformazione a serpentina.

Sensore di temperatura a variazione di resistenza, tipo NTC, minimo 20 kΩ a 25°C, ad elevata velocità di risposta, insensibile alla resistenza della linea di collegamento.

Per montaggio in ambiente (dietro una copertura protettiva), su canale d'aria, da esterno o da immersione, con o senza guaina.

Completo di pozzetto in ottone o acciaio INOX (con trasmissione termica compatibile con il sensore) di adeguate dimensioni qualora richiesto (utilizzare un agente di trasferimento sensibile al calore fra la superficie esterna del sensore e la superficie interna del pozzetto).

Per montaggio all'esterno prevedere protezione per minimizzare gli effetti dell'irraggiamento solare. Montare l'elemento almeno a 75 millimetri dalla superficie della parete esterna dell'edificio. Lo schermo solare non deve impedire il fluire dell'aria dell'ambiente attraverso l'elemento sensibile. Lo schermo dovrà proteggere l'elemento sensibile dalla neve, dal ghiaccio e dalla pioggia.

La stabilità del trasmettitore non deve superare 0,05 °C/anno (errore di stabilità dopo 5 anni non superiore a 0,14 °C).

Campo di lettura da selezionare entro -20..+110°C secondo l'impiego:

- 28 °C di estensione: Ambiente, acqua, refrigerata, aria in uscita dalla batteria di raffreddamento, sensori aria di ritorno
- 56 °C di estensione: Aria esterna, acqua calda, aria in uscita dalla batteria di riscaldamento, sensori di aria miscelata
- 111 °C di estensione: Acqua calda riscaldamento, sensori di sistemi ad acqua calda/refrigerata

Termosonda ad immersione per la misura della temperatura, gambo rigido da 100 mm completa di guaina costituita da custodia in materiale plastico con coperchio a scatto, campo di misura $-30 \dots +130$, elemento sensibile Ni1000 Ohm a 0°C grado di protezione IP42.

5.27.2. Trasmittitore combinato di temperatura e umidità

Adatto per ambiente, esterno o canale d'aria. Sensore di temperatura a variazione di resistenza, tipo NTC, 20 kOhm a 25°C , campo $0 \dots +50^{\circ}\text{C}$. Sensore di umidità relativa ad effetto capacitivo, con segnale attivo $0 \dots 10\text{V}$ d.c. e campo $10 \dots 90\%$.

Sonda combinata per umidità e temperatura. Installazione per canale. Campo di misura umidità relativa $10 \dots 90\%$; temperatura $0 \dots 50^{\circ}\text{C}$ o $-35 \dots +35^{\circ}\text{C}$. Costante di tempo 20 s circa. Alimentata 24 V c.a. (0,5VA). Grado di protezione IP54.

5.27.3. Trasmittitori di umidità relativa

Adatto per ambiente, esterno o canale d'aria. Sensore di umidità relativa ad effetto capacitivo con segnale attivo $0 \dots 10\text{V}$ d.c. o $4 \dots 20$ mA proporzionale all'ingresso dallo 0 al 100 percento dell'umidità relativa. L'accuratezza dovrà essere superiore al 2% nel campo dal 20.80% dell'umidità relativa. L'elemento sensibile dovrà essere del tipo a specchio refrigerato, in polimero e del tipo a pellicola sottile di polimero.

Campo di lettura: da 10 a 90% del campo di umidità relativa.

5.27.4. Termostato antigelo

Con riarmo manuale. Scala $0 \dots 15^{\circ}\text{C}$, T max 120°C , capillare da 5 m. Contatto SPDT. Portata contatti 15(10) A a 230/50. Completo di accessori. IP54.

Termostato antigelo a due posizioni, a dilatazione di freon, elemento sensibile capillare da 3000mm, scala di regolazione $-5 \dots +15^{\circ}\text{C}$. differenziale 2K, contatto di comando 10 (2)A, 250V.

5.27.5. Pressostato differenziale per aria

Per rilievo della caduta di pressione sui filtri con scala $30 \dots 300$ Pa; per rilievo della mancanza di portata aria, scala $100 \dots 1000$ Pa. Contatti SPDT, 2 A a 230 V/50 su carico induttivo.

Campo di lettura da selezionare secondo l'impiego:

- Da -62 a 62 Pa di campo differenziale: Controllo di pressione statica degli ambienti
- Da 0 a 1245 Pa di campo differenziale: Pressione statica dei canali
- Da 0 a 690 kPa di campo differenziale: Pressione differenziale dell'acqua

Pressostato differenziale per aria completo di accessori di montaggio, sistema di misura con membrana al silicone, custodia in materiale sintetico con coperchio trasparente per visualizzare il valore prescritto. Grado di protezione IP54.

Scala di regolazione $20 \dots 300$ Pa differenziale 10Pa

5.27.6. Trasmittitore di pressione differenziale per aria

I trasmettitori di pressione differenziale per aria dovranno essere installati rispettando le seguenti indicazioni:

- Generalità: Installare le estremità sensibili alla pressione in ubicazioni dove si possono sentire le appropriate condizioni di pressione
- Rilevazione della Pressione Statica da Canale: Ubicare la punta di rilevazione della pressione statica del canale approssimativamente a due terzi della distanza del canale di mandata dalla fine del canale con la più alta perdita di carico
- Prova di Pompaggio con pressostati differenziali: Installare il sensore di alta pressione fra la mandata della pompa e la valvola di ritegno.

- Rilevazioni della Pressione del Vapore: Installare ammortizzatori e valvole di sezionamento nelle applicazioni di rilevamento della pressione del vapore

Con elemento sensibile a membrana completo di accessori. Con trasduttore induttivo o capacitivo e segnale 0..10 V d.c., 4..20 mA. Campo di lavoro fino a 1250 Pa. Alimentazione 24 V/50 Hz. Accuratezza superiore a 1%. Linearità superiore a 0,1%.

5.27.7. Trasmittitore per misura di pressione differenziali o portata per acqua

Avranno elemento sensibile in acciaio a membrana o soffiato, secondo il campo di lavoro selezionato. Il trasduttore sarà di tipo induttivo o capacitivo, con segnale amplificato, lineare, 0..10 V d.c. o 0(4).20 mA.

Classe migliore dell'1%. Completo di accessori.

5.27.8. Flussostato per acqua

Tipo a paletta con attacco filettato, per tubazione fino a DN150. Pressione di esercizio max 11 kg/cm², T max 150 °C. Contatto SPDT, 3(10) A minimo. Tarato sul valore minimo di funzionamento; con vite di taratura per l'impostazione del set point, portata dei contatti 15(8)A/230VAC, grado di protezione IP65.

5.27.9. Termostato ambiente ON-OFF

Termostato elettromeccanico adatto per applicazioni di solo riscaldamento, solo raffreddamento o riscaldamento / raffreddamento con commutazione centralizzata.

Potenzimetro esterno per l'impostazione del set point.

N° 2 uscite di comando ON/OFF separate, per riscaldamento e raffreddamento, con contatto in commutazione.

Scala 10..30°C . Contatti SPDT, 3 (10) A minimo a 230 V/50 Hz.

5.27.10. Consensi esterni aperto chiuso

Saranno previsti, se richiesti dalla logica di funzionamento, gli accessori necessari di consenso, quali termostati, pressostati, ecc. Avranno contatti SPDT, e scala adeguata al punto d'intervento.

5.27.11. Sonda livello liquidi

Sarà costituito da sistema elettronico di tipo capacitivo o altro idoneo principio, con segnale di uscita 0..10 V d.c., oppure 0..20 mA su carico da 500 Ohm, di classe 0,5%. Con sicurezza intrinseca secondo Norme vigenti.

5.27.12. Trasduttori di corrente

Trasduttori di corrente per monitorare l'assorbimento dei motori elettrici con campo di impiego superiore del 50% rispetto alla massima corrente assorbita dal motore, precisione superiore all'1% e un segnale di uscita 4..20 mA.

5.28. ESTINTORI

Dovranno essere del tipo omologato ai sensi del DM 20 dicembre 1982.

1.1.1.1.1.87 ESTINTORI A POLVERE

Estintori a polvere polivalente ABC, corredati di supporto a muro e cartello indicatore numerato, conformi al D.M. 12/10/1982 e alle norme EN 3/1 EN 3/2 EN 3/4 EN 3/5.

1.1.1.1.1.88 ESTINTORI AD ANIDRIDE CARBONICA

Estintori a CO2 applicabili su apparecchiature elettriche in tensione, corredati di supporto a muro e cartello indicatore numerato, conformi al D.M. 12/10/1982 e alle norme EN 3/1 EN 3/2 EN 3/4 EN 3/5.

5.29. PRESCRIZIONI GENERALI

5.29.1. Contenimento delle emissioni acustiche

I livelli di rumore, prodotti dai vari componenti degli impianti tecnologici, devono risultare tali da non creare disturbo a chi opera all'interno o all'esterno degli ambienti in cui gli impianti stessi sono installati.

Le emissioni acustiche devono rispettare le indicazioni di cui la L 447/95 e relativi decreti attuativi.

Per la valutazione del livello di rumore prodotto dagli impianti negli ambienti serviti, si fa riferimento alla norma UNI 8199.

In generale, per il contenimento e la mitigazione delle emissioni acustiche dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

- Le pompe di circolazione devono funzionare nelle condizioni ottimali di rendimento e devono avere velocità di rotazione non superiore a 1500 giri/min.
- Gli attraversamenti di solette e pareti devono impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura mediante guaine adeguate di disaccoppiamento oppure anelli in gomma o neoprene
- Tutte le macchine rotanti o comunque possibili fonti di vibrazioni devono essere posate su supporti antivibranti
- Le apparecchiature possibili fonti di vibrazioni quali ad esempio pompe, ventilatori o gruppi frigoriferi devono essere corredati di giunti elastici al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni a tubazioni e canali aria
- Le tubazioni ed i canali aria devono essere sospesi alle pareti o ai soffitti per mezzo di dispositivi tali da evitare la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue provenienti dalle macchine alle quali sono collegati o dovute alla circolazione di fluidi
- I pannelli delle UTA dovranno avere un indice di valutazione del potere fonoisolante non inferiore a $R_w = 35$ dB
- Le prese ed espulsioni d'aria esterna dotate di griglie afoniche e silenziatori dovranno essere accuratamente attestate sulla parete evitando laschi e fessure che costituirebbero ponte acustico tra interno ed esterno
- I controtelai di porte e finestre con caratteristiche di attenuazione acustica saranno dotate di controtelai adeguatamente murati riempiendo ogni spazio residuo e di idonee guarnizioni di tenuta sui 4 lati
- I fori e le fessure presenti nella struttura dell'edificio saranno adeguatamente sigillati

5.29.2. Protezione contro le corrosioni

Nella realizzazione degli impianti la Ditta Esecutrice sarà tenuta a adottare tutte le misure necessarie ad ottenere un'efficace protezione contro le corrosioni.

Con il termine "protezione contro le corrosioni", s'indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti ad evitare che avvengano le condizioni per alcune forme d'attacco dei manufatti metallici, dovute (per la maggior parte) ad un'azione elettrochimica.

Poiché una protezione efficace contro la corrosione non può prescindere dalla conoscenza del gran numero di fattori che possono intervenire nei diversi meccanismi d'attacco dei metalli, si dovrà tener conto dei detti fattori, dovuti:

- 1) Alle caratteristiche di fabbricazione e composizione del metallo
- 2) Alle caratteristiche chimiche e fisiche dell'ambiente d'attacco
- 3) Alle condizioni d'impiego (stato della superficie del metallo, rivestimenti protettivi, sollecitazioni meccaniche, saldature, ecc.)

In linea generale la Ditta installatrice dovrà evitare che si possa verificare una di-simmetria del sistema metallo/ elettrolita; ad esempio: il contatto di due metalli diversi, un'aerazione differenziale, il contatto con materiali non conduttori contenenti acidi o sali e che per la loro igroscopicità forniscono l'elettrolita.

Le protezioni da adottare potranno essere di tipo passivo o di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

I mezzi per la protezione passiva saranno costituiti da applicazione a caldo od a freddo di speciali vernici bituminose applicate con un numero minimo di 2 passate a colori diversi concordati con la D.L..

I rivestimenti di qualsiasi natura, saranno accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non dovranno presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione, si dovrà evitare che in essi siano contenute sostanze che possono corrodere il metallo sottostante, sia direttamente che indirettamente, a seguito di eventuale trasformazione.

Le tubazioni interrate saranno poste su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

La protezione delle condotte soggette a corrosioni per l'azione di corrente esterna, impressa o vagante, dovrà essere effettuata per mezzo della protezione catodica in altre parole, sovrapponendo alla corrente di corrosione, una corrente di senso contrario, d'intensità uguale o superiore a quella di corrosione, generata da appositi anodi sacrificali.

5.29.3.Prevenzione contro la propagazione delle vibrazioni

Nella installazione sarà tenuta in debita considerazione la limitazione della propagazione delle vibrazioni dovuto agli organi meccanici in movimento (ventilatori, elettropompe, compressori, ecc.) al fine di limitare i problemi connessi alla presenza di un impianto, quali logoramento delle macchine e delle strutture soggette a vibrazioni e generazione di rumore. Tutte le parti in movimento delle singole apparecchiature dovranno essere equilibrate staticamente e dinamicamente dove necessario.

Le apparecchiature devono essere montate su basamenti, telai metallici o solai in c.a. isolate dal pavimento a mezzo di dispositivi antivibranti a molla e con guaina in materiale resiliente.

Gli ammortizzatori a molla devono avere un cuscinetto inferiore in neoprene o in gomma; la deflessione statica dei supporti antivibranti dovrà garantire un grado di isolamento non inferiore al 90%.

Tutte le tubazioni dovranno essere connesse alle macchine tramite giunti flessibili in metallo o elastomero; analogamente per i canali sono da prevedere connessioni flessibili nei collegamenti di mandata e ripresa delle UTA; i canali devono essere sostenuti tramite collegamenti elastici alla struttura dell'edificio.

In caso di presenza di pavimentazione galleggiante è opportuno realizzare le pilette di scarico in prossimità dei cavedi.

Le apparecchiature meccaniche devono essere fissate su un basamento pesante, possibilmente di massa complessiva superiore alla apparecchiatura supportata, in modo che la sua inerzia possa limitare l'ampiezza delle vibrazioni.

Fra basamento e struttura portante deve essere interposto un materassino resiliente o dei supporti elastici.

Non devono essere utilizzati motori con velocità di rotazione superiore a 1.500 g/1', salvo esplicita autorizzazione o richiesta da parte del progetto.

5.29.4.Equipotenzialità e messa a terra

Dev'essere assicurata nel modo più capillare possibile l'equipotenzialità delle masse metalliche comunque accessibili, mediante collegamenti equipotenziali eseguiti in modo duraturo nel tempo (resistenza alla corrosione) e affidabile dal punto di vista meccanico (resistenza alle sollecitazioni).

Le masse devono essere collegate al dispersore di terra con conduttori di protezione con sezioni conformi a quanto prescritto dalle norme CEI applicabili.

Il dispersore di terra deve essere coordinato con i dispositivi di protezione contro i contatti indiretti.

6. NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI

La manodopera sarà valutata ad ore e gli arrotondamenti in eccesso o in difetto alle mezze ore.

Il noleggio di impianti e attrezzature fisse sarà valutato a giornata, mentre il noleggio di apparecchiature e mezzi d'opera mobili, compreso i mezzi di trasporto, sarà valutato per il tempo effettivamente messo in funzione ed operante, ed il prezzo comprenderà anche la remunerazione dell'operatore.

L'Appaltatore è tenuto ad avvisare la Direzione dei lavori quando, per il progredire dei lavori, non risultino più accertabili le misure delle opere eseguite.

Le singole lavorazioni verranno misurate utilizzando le unità di misura definite nell'Elenco Descrittivo delle Voci ovvero nell'Elenco Prezzi Unitari.

I lavori previsti nel progetto allegato al presente contratto saranno valutati con i prezzi di contratto.

Eventuali varianti, anche per le opere a corpo, saranno valutate a misura utilizzando i prezzi unitari di contratto, se esistenti, oppure tramite la formazione di nuovi prezzi a norma dell'articolo 163 del DPR 207/2010.

L'Impresa, prima dell'inizio di eventuali lavori in economia, dovrà presentare alla DL l'elenco degli operai utilizzati e le relative qualifiche che dovranno a richiesta essere attestate da documenti rilasciati da istituti autorizzati.

Alla fine di ogni giornata lavorativa l'Appaltatore é tenuto a presentare alla DL il rendiconto ove siano indicati gli operai, i lavori eseguiti le macchine utilizzate ed il numero di ore impiegate.

Per la manodopera (se non espressamente indicata in fase di offerta), eventuali materiali, noli o altre somministrazioni in economia si farà riferimento, ove possibile ai prezzi della C.C.I.A.A. in vigore alla data dell'offerta soggetti a tutte le condizioni contrattuali.

7. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI

Qualora comprese tra gli oneri dell'Appaltatore e/o nelle voci di elenco prezzi e/o nel computo metrico, le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti comprendono le seguenti prestazioni:

- Scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti
- Apertura e chiusura di tracce (fondo grezzo realizzato in calcestruzzo tale da garantire uno spessore massimo per il ripristino al fino di 2 mm), predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato (eventuali interventi su strutture portanti dovranno essere preventivamente concordate ed autorizzate dalla DL).
- Muratura di scatole, cassette, sportelli ecc.
- Chiusura di tracce/fori/scatole derivate dalla demolizione di impianti esistenti
- Fori passanti e fori per ricavo di nicchie e sottopassi su qualsiasi tipo di muratura (mattoni, sasso, cartongesso, cls, legno, etc.) e/o pavimentazione e/o solai, compreso eventuale taglio di reti metalliche
- Smantellamento/spostamento/taglio/demolizione di controsoffitti a pannelli e/o doghe
- Finiture a mano
- Stuccature
- Opere murarie particolari, rese necessarie per la posa delle tubazioni e/o cassette su pareti e/o pavimenti durante l'esecuzione delle stesse, come pure per la predisposizione dei locali, dei passaggi, e di quanto altro necessario per il successivo posizionamento delle macchine e/o attrezzature specifiche, previste per il completamento degli impianti e/o di fornitura di terzi e/o dell'amministrazione appaltante
- Fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti
- Formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie
- Manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni
- I materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra
- Il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni
- Scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate
- Ponteggi ed apprestamenti di servizio e/o di sicurezza interni ed esterni
- Ripristino di compartimentazioni con chiusura di fori di passaggio, di canalizzazioni e/o tubazioni, mediante specifici prodotti quali malte, sacchetti tagliafiamma, "gate" componibili, etc.

8. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE

I materiali e i componenti devono essere della migliore qualità e devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale e dell'insieme degli altri elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Qualora nel corso dei lavori la normativa tecnica fosse oggetto di revisione, l'Impresa è tenuta a darne immediato avviso alla DL e a concordare quindi le eventuali modifiche per l'adeguamento degli impianti alle nuove prescrizioni.

Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE.

Si vieta all'Impresa di eseguire un'opera senza aver precedentemente consegnato alla DL la documentazione del progetto costruttivo ed ottenuto la relativa approvazione formale. In caso di controversia, si procede ai sensi dell'art. 137 del Regolamento Generale.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere o comunque prima della relativa contabilizzazione dovranno essere approvati dalla DL/SA.

L'accettazione dei materiali e dei componenti, da parte della DL, è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

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

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

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

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

8.1. CAMPIONI DI MATERIALI E DI TIPOLOGIE ESECUTIVE

Costituisce onere della Ditta presentare, su richiesta della DL o già in sede di gara (se prescritto nel relativo bando), i modelli campione relativi alle principali apparecchiature ritenute significative. Il campione andrà depositato con le modalità e nei luoghi che saranno indicati in corso d'opera.

Ciascun campione dovrà essere dotato di apposita etichetta sulla quale sarà specificato il nome della Ditta ed il codice di EPU al quale il campione corrisponde.

A corredo del campione la Ditta dovrà inoltre fornire i relativi cataloghi e specifiche tecniche, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali dello stesso.

In aggiunta, la Ditta è tenuta all'esecuzione di campionature relative a stanze tipo complete di tutti gli impianti terminali.

8.2. SISTEMA DI GARANZIA DELLA QUALITÀ

Le apparecchiature oggetto di questa specifica dovranno essere costruite applicando un sistema di qualità conforme alle norme UNI EN 9001.

Il Costruttore di ciascuna apparecchiatura dovrà presentare, tramite l'Appaltatore, la certificazione del proprio Sistema Qualità emessa da un Ente riconosciuto.

Su richiesta del Committente, o di suo rappresentante, dovrà essere consultabile il Manuale della Qualità aziendale.

Il Committente si riserva la facoltà di accedere direttamente, o con proprio rappresentante, alle officine del Costruttore in qualsiasi momento del processo di fornitura.

9. VERIFICHE E PROVE

Per ciascuna certificazione di verifica e prova dovranno essere indicati almeno:

- Data e ora
- Operatore/i (con relativa qualifica)
- Condizioni ambientali
- Procedura utilizzata
- Norma tecnica di riferimento
- Strumentazione impiegata (con copia del certificato di taratura)
- Valori misurati (con relativa incertezza)
- Eventuali valori limite ammessi
- Ogni altra indicazione utile (ad esempio una planimetria schematica rappresentativa, rapporti di primo avviamento rilasciati dai costruttori etc...)

9.1. PROVE DI TIPO, DI ACCETTAZIONE E RELATIVE CERTIFICAZIONI

Le apparecchiature elencate nel presente Capitolato dovranno essere sottoposte alle prove di tipo richieste dalla normativa di prodotto.

All'atto della presentazione dei materiali per approvazione, e in ogni caso prima dell'approvazione stessa, l'Appaltatore dovrà dare evidenza dell'avvenuta esecuzione, da parte del Costruttore, delle suddette prove di tipo o speciali su apparecchiature aventi caratteristiche analoghe a quelle oggetto della fornitura.

La ripetizione di alcune di queste prove di tipo sulle apparecchiature in fornitura potrà essere richiesta in opzione e sarà oggetto di accordo specifico con l'Appaltatore.

9.2. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

Esse consistono in prove e verifiche eseguite dalla DL in contraddittorio con la Ditta. Esse saranno effettuate durante l'esecuzione dei lavori in cantiere, in officina o eventualmente presso laboratori universitari o appartenenti al sistema SIL.

In particolare saranno oggetto di prove di accettazione in officina (del costruttore o della Ditta) o presso laboratori certificati componenti di impianto "prefabbricati" quali quadri elettrici, trasformatori, gruppi di continuità, gruppi elettrogeni, apparecchi illuminanti, cavi, canalizzazioni, ecc... . Lo scopo delle prove consiste nel verificare che le apparecchiature corrispondano alle prescrizioni tecniche di progetto e/o di contratto.

In cantiere saranno in particolare eseguite le verifiche prescritte dalla normativa tecnica (vedi ad esempio CEI 64-8, CEI 64-14, CEI 11-1) relativamente agli impianti completi o a parte di essi. Tali verifiche dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge ed alla normativa tecnica sia per quanto concerne gli aspetti costruttivi dei materiali sia per le loro modalità di installazione.

L'Appaltatore deve mettere a disposizione della DL sia il personale sia le apparecchiature necessarie per lo svolgimento delle prove.

Gli oneri sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature.

Relativamente a ciascuna prova ed ai relativi risultati l'Appaltatore dovrà compilare regolare verbale su appositi moduli da sottoporre a preventiva approvazione.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute comunque necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative ai materiali impiegati od all'esecuzione, prescriverà con appositi ordini di servizio i lavori che l'impresa dovrà eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche e prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redigerà il certificato di

ultimazione dei lavori facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

Le prove che comportino la messa in tensione degli impianti saranno effettuate solo dopo il positivo esito dei controlli preliminari da eseguirsi su tutte le parti di impianto e dopo che siano stati messi in atto tutti gli accorgimenti per garantire la sicurezza di persone e cose.

In caso d'installazione di apparecchiature specifiche (trasformatori, UPS, gruppi elettrogeni, gruppi termici gruppi frigo UTA, ...) la DL lavori si riserva la facoltà di scegliere le prove da effettuare alla presenza di tecnici della Ditta e dell'azienda produttrice del macchinario. Tali prove, qualora richiedano strumentazione e modalità di verifica specifica, saranno eventualmente eseguite presso l'officina del fornitore

A titolo d'esempio, sono indicate alcune delle operazioni da eseguire senza con questo escludere l'obbligo della Ditta installatrice di effettuarne altre che si rendessero necessarie.

Impianto di riscaldamento e condizionamento

- a) Prova idraulica a freddo a tubazione scoperta, prima di effettuare le prove di cui alle seguenti lettere b) e c). Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano né fughe, né deformazioni. Le prove di pressione generali sugli impianti e sui vari circuiti saranno eseguiti alla pressione di prova uguale ad 1,5 volte la pressione di esercizio, lasciando il tutto sotto pressione per almeno 12 ore
- b) Prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera a). Per gli impianti ad acqua calda le prove andranno eseguite portando a 80°C la temperatura dell'acqua nelle reti di distribuzione e negli apparecchi utilizzatori, mentre per gli impianti ad acqua refrigerata le prove andranno eseguite portando le temperature dell'acqua a +7°C. Il risultato delle prove sarà positivo solo quando in tutti i punti delle reti e negli apparecchi utilizzatori, l'acqua arrivi alla temperatura stabilita e i ritorni siano ugualmente caldi/freddi, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza le variazioni di volume dell'acqua contenuta nell'impianto
- c) Per gli impianti di climatizzazione e termoventilazione, dopo aver effettuato le prove di cui alla precedente lettera b), si procederà ad una prova di funzionamento con le portate di progetto e verifica dei parametri termo-igrometrici
- d) Verifica condotte aria: le condotte di distribuzione dell'aria saranno testate al fine di verificarne la tenuta, le portate nelle mandate e/o riprese, procedendo alla taratura, ove necessario. I ventilatori saranno fatti preventivamente funzionare per un periodo sufficiente a consentire l'eventuale eliminazione di sporcizia e polvere all'interno dei canali e delle apparecchiature, utilizzando a tale scopo filtri provvisori compresi nella fornitura oltre a quelli definitivi; successivamente, dopo avere provveduto all'installazione dei terminali (bocchette e/o diffusori, griglie), si dovrà procedere alla misura delle portate ed eventuale taratura
- e) Verifica della rumorosità ad impianti in funzione, che dovrà rientrare nei limiti richiesti nelle specifiche di progetto e/o normative in vigore

Per le parti soggette ai regolamenti vigenti (ISPESL, Ispettorato del Lavoro etc), l'Appaltatore dovrà provvedere a fare eseguire tutte le prove e verifiche necessarie al fine di ottenere l'autorizzazione al regolare esercizio.

Impianti idrico-sanitari

Durante l'esecuzione dei lavori e prima della loro ultimazione, dovranno essere effettuate le seguenti verifiche e prove:

- a) Una prova di tenuta idraulica a tubazioni scoperte, prima dell'allacciamento degli apparecchi, ad una pressione non inferiore ad 1,5 volte la pressione nominale di esercizio per un periodo non inferiore a 12 ore. Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano fughe o deformazioni permanenti
- b) Per le tubazioni convoglianti acqua calda, si effettuerà una prova di tenuta a caldo e di dilatazione con temperatura non inferiore a 60°C (comunque di almeno 10 °C superiore alla massima temperatura di esercizio prevista) per un tempo sufficiente a garantire l'accurata ispezione delle condutture e delle apparecchiature. La prova si ritiene positiva se si accerta il libero scorrimento delle tubazioni nei punti di staffaggio e le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe e deformazioni permanenti

- c) Prova preliminare di distribuzione dell'acqua calda (dopo aver effettuato quella di cui alla precedente lettera b). Si dovrà verificare che la temperatura dell'acqua erogata arrivi ad almeno 45° alle singole utenze, con pressione non inferiore a quanto prescritto nel progetto
- d) Prova preliminare della circolazione dell'acqua fredda. Si dovrà verificare la corretta erogazione ad ogni singola utenza, con portata e pressione non inferiori a quanto prescritto nel progetto
- e) Verifica di corretta installazione delle singole apparecchiature (rubinetteria, valvolame, apparecchi sanitari ecc.)
- f) Verifica della corrispondenza dell'isolamento termico delle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda e fredda alle specifiche di progetto
- g) Verifica della rumorosità ad impianti in funzione, che dovrà rientrare nei limiti richiesti nelle specifiche di progetto e/o normative in vigore

Condotte e reti interrate non in polietilene

La prova di tenuta delle tubazioni interrate, escluse le tubazioni in polietilene, compresi i pezzi speciali e le relative giunzioni ed esclusi gli organi di intercettazione, dovrà essere effettuata a tubazione scoperta per tratti di lunghezza non superiore a 500 m.

Si dovrà procedere all'ancoraggio della condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, lasciando i giunti scoperti ed ispezionabili.

Si procederà quindi al riempimento con acqua, preferibilmente dal punto a quota più bassa della tratta, avendo cura di eliminare completamente l'aria presente. Quindi, la tubazione verrà sottoposta a pressione per mezzo di motopompa o sistema analogo, con pressione gradualmente crescente fino a raggiungere un valore non inferiore a 1,5 volte la pressione di esercizio e comunque, nel caso di reti antincendio, non inferiore a 1,4 MPa. Tale pressione verrà mantenuta per un tempo minimo, non inferiore a 6 ore, registrando l'andamento della stessa con idonea strumentazione atta a produrre un documento cartaceo.

A completa ultimazione della rete, incluso l'interramento della tubazione, si dovrà procedere alla ripetizione della prova con le modalità sopra indicate.

Qualora durante l'esecuzione delle prove sopra descritte si dovessero verificare delle perdite in corrispondenza a saldature o a giunzioni in genere, si dovrà procedere alla loro riparazione e/o rifacimento a perfetta regola d'arte e, successivamente, alla ripetizione della prova fino a raggiungimento di esito positivo.

Al termine di ogni collaudo parziale o finale dovrà essere redatto apposito verbale firmato dal Direttore dei Lavori e dal Tecnico della Ditta Appaltatrice. In mancanza di tali verbali la rete non potrà essere messa in esercizio.

Condotte e reti interrate in polietilene

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

La prova idraulica in opera dei tubi in PE sarà effettuata a tratte di lunghezza opportuna.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione.

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

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di un 0,1 MPa al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

Prova a 1 ora (preliminare - indicativa)

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20 °C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di un'ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula:

$$V=0,125 \cdot l \cdot (p/0,3) \cdot (D/25)$$

Dove:

V: è il volume di acqua limite, espresso in litri;

l: è la lunghezza della condotta espressa in chilometri;

p: è la pressione espressa in megapascal;

D: è il diametro interno della tubazione espressa in millimetri.

Prova a 12 ore

Effettuata la prova a un'ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo. Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore.

Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

9.3.AVVIAMENTO E MESSA A PUNTO DEGLI IMPIANTI

A lavori ultimati avrà inizio un periodo di messa in esercizio e regolazione degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore dovrà provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto delle installazioni. Durante tali prove gli impianti saranno gestiti dal personale dell'Appaltatore che dovrà assicurare la necessaria manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali e prodotti di consumo. Nello stesso periodo, per richiesta della Committente, il personale dell'Appaltatore potrà essere affiancato da personale della Committente che dovrà essere istruito alla gestione degli impianti dall'Appaltatore.

Al termine del periodo sopra descritto, su notifica dell'Appaltatore, la Committente predisporrà, nei termini del programma generale, il collaudo provvisorio; esso potrà essere effettuato soltanto se gli impianti saranno ultimati e, a giudizio della DL, in condizioni tali da consentire una completa valutazione delle installazioni.

E' a carico della Ditta installatrice la messa a punto di tutte le apparecchiature di regolazione automatica e di eventuali software di gestione degli impianti, in modo da consegnarle perfettamente funzionanti e rispondenti alle funzioni cui esse sono destinate.

La messa a punto dovrà essere eseguita, prima del collaudo provvisorio da personale specializzato, inviato dalla casa costruttrice della strumentazione, rimanendo però la Ditta installatrice unica responsabile di fronte alla Committente.

Per le operazioni di taratura dovrà essere redatto un verbale: la mancanza di detto verbale comporterà, di fatto, il mancato svincolo della trattenuta di garanzia operata nel corso dei lavori.

In particolare, a fine lavori, la Ditta dovrà consegnare una raccolta con la descrizione dettagliata di tutte le apparecchiature di regolazione, gli schemi funzionali, le istruzioni per la messa a punto e la taratura.

Gli oneri per la messa a punto e taratura dell'impianto di regolazione e per la predisposizione degli schemi e istruzioni s'intendono compresi nei prezzi contrattuali e per questi, non potrà essere richiesto nessun maggior costo.

Si precisa che le indicazioni riguardanti la regolazione fornite dalla Committente possono anche non comprendere tutti i componenti necessari alla realizzazione della regolazione automatica, ma resta però inteso che la Ditta esecutrice, nel rispetto della logica e funzionalità richiesta, deve comprendere nel prezzo della propria offerta e della propria fornitura tutti i componenti, anche se non esplicitamente indicati negli schemi e tavole di progetto, necessari per fornire completa e perfettamente funzionante la regolazione automatica.

Tutte le apparecchiature di regolazione si intendono fornite in opera, e complete, dei collegamenti elettrici necessari al loro funzionamento.

9.4.VERIFICHE E PROVE FINALI

Al termine dei lavori, come tale determinato dalla DL, l'Appaltatore richiederà che sia dato atto dell'avvenuta ultimazione delle opere appaltate; entro trenta giorni naturali da questa data il Direttore dei Lavori procederà, in contraddittorio con l'Appaltatore, alle verifiche e prove finali delle opere compiute. Tali verifiche sono intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali ed il rispetto delle prescrizioni impartite in seguito all'esito delle prove preliminari.

I risultati delle verifiche saranno verbalizzati e saranno evidenziati eventuali difetti di costruzione che l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminare entro un termine da lui ritenuto adeguato.

In sede di verifiche e prove finali, l'Appaltatore dovrà presentare tutta la documentazione tecnica aggiornata al "come costruito", nonché le attestazioni delle avvenute denunce e/o collaudi da parte degli enti aventi giurisdizione.

Il favorevole esito delle verifiche e prove finali costituirà soltanto la prova della generica buona esecuzione o del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte dal Capitolato, né della perfetta esecuzione e/o del regolare ed ineccepibile funzionamento.

Se i risultati saranno positivi, salvo aspetti di dettaglio secondari e non funzionali, verrà rilasciato il certificato di ultimazione dei lavori nel quale, eventualmente, si potranno prescrivere piccole lavorazioni ancora mancanti definendone anche i tempi di effettuazione.

Le verifiche finali si possono suddividere in due parti:

- **Esami a vista:** avvalendosi della documentazione "come costruito" accertano che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza
- **Prove e misure:** accertano la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore

Tali verifiche e prove saranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dall'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di contratto.

Si intende che nonostante l'esito favorevole delle prove, l'Appaltatore resta responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino al collaudo definitivo e fino alla scadenza dei termini di garanzia.

9.5. COLLAUDO FINALE

Nei termini previsti dal Capitolato Speciale "Prescrizioni generali" saranno effettuati i collaudi finali, che dovranno certificare la perfetta rispondenza delle opere e delle installazioni alle richieste contrattuali.

A tal fine la Committente nominerà uno o più Collaudatori, di norma professionisti diversi sia dal Progettista, sia dal Direttore dei Lavori ed esperti nello specifico settore dei lavori commessi ad ogni Appaltatore e ne comunicherà il nominativo alle controparti. Qualora qualche esame, o prova, non desse risultato soddisfacente a giudizio del Collaudatore, l'Appaltatore dovrà provvedere, entro 30 giorni naturali o nel periodo che sarà concordato, a tutte le modifiche e sostituzioni necessarie per superare il collaudo e ciò senza alcuna remunerazione.

Se i risultati ottenuti non fossero ancora accettabili, la Committente potrà rifiutare le opere o gli impianti, in parte o nella loro totalità.

L'Appaltatore dovrà allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti dal Collaudatore, alle rimozioni e sostituzioni delle opere e dei materiali non accettati per ottenere i risultati richiesti.

La Committente provvederà direttamente ad effettuare i lavori, qualora questo periodo trascorresse infruttuosamente, addebitandone i costi all'Appaltatore.

Sino al collaudo finale delle opere e degli impianti da parte della Committente, l'Appaltatore curerà ed effettuerà la gratuita manutenzione delle proprie opere o impianti anche nel caso in cui la loro conduzione sia affidata a personale incaricato dalla Committente, che dovrà in ogni caso essere informata delle eventuali modifiche o sostituzioni realizzate.

La Committente si riserva il diritto di prendere in consegna anche parzialmente alcune parti delle opere o degli impianti, senza che l'Appaltatore possa pretendere maggiori compensi.

Il collaudo finale non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità sia di legge sia di garanzia

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e diverrà definitivo dopo due anni. A partire dalla data di emissione del certificato, l'opera si intende consegnata.

10. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI

Per quanto concerne le caratteristiche tecniche e prestazionali di dettaglio dei vari componenti e dei vari impianti previsti per la realizzazione delle opere oggetto del presente progetto si rinvia per semplicità all'Elenco Descrittivo delle Voci.