

PROGETTAZIONE

STUDIO DI INGEGNERIA
ISOLA BOASSO & ASSOCIATI S.r.l.



Dott. Ing. Riccardo ISOLA
Dott. Ing. Paolo BOASSO
Dott. Ing. Fabrizio RABAGLIO

Corso Prestinari 86
13100 VERCELLI (VC)

Tel. 0039 0161 215214

fax. 0039 0161 1895045

info@isolaboasso.eu

isolaboassoeassociati@legalmail.it

www.isolaboasso.it



Acquedotto del Fiora



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Oggetto

INTERVENTO DI RINNOVO E
POTENZIAMENTO IMPIANTO DI
DISSALAZIONE IN LOC. BONSERE E
MANUTENZIONE STRAORDINARIA
SERBATOIO CASTELLO, COMUNE DI
ISOLA DEL GIGLIO

CUP I61D22000120006

CUP I61D22000130006

CIG B0668772C7

finanziato PNRR Programma Isole Verdi
(PNRR M2C1 Intervento. 3.1)

Data: Dicembre 2024

Rif. archivio: 043.23

Scala

—

Elaborato. n°

IE.01.007

Rev.

AGGIORNAMENTI

DATA

0

Prima emissione

Dicembre 2024

Contenuto degli Elaborati

DISCIPLINARE IMPIANTI ELETTRICI E TLC

Il Responsabile

Dott. Ing. Riccardo ISOLA

Visto

Vs. Rif. arch.:

Riproduzione o consegna a terzi
solo dietro specifica autorizzazione

Ente destinatario:

—

* Riservato all'Amministrazione

1	INFORMAZIONI DI CARATTERE GENERALE	8
1.1	SCOPO DELL'APPALTO	8
1.2	APPLICAZIONI	8
1.3	PRECISAZIONI	8
1.4	OPERE ACCESSORIE E MATERIALI DI CONSUMO	8
1.5	ITER PROCEDURALE	10
1.5.1	Assistenza ai controlli della produzione e del montaggio	10
1.5.2	Coordinamento dei lavori	11
1.5.3	Montaggio e messa in funzione	11
1.5.4	Periodo di prova e presa in consegna	12
1.5.5	Corsi di istruzione	12
1.5.6	Accordi fra Committente e studi di progettazione	12
1.6	AVVIAMENTO IMPIANTO	13
1.6.1	Messa in funzione	13
1.6.2	Messa in servizio	13
1.6.3	Esercizio di prova	14
1.7	CONDIZIONI DI SERVIZIO E AMBIENTALI	15
1.7.1	Condizioni atmosferiche	15
1.7.2	Condizioni di servizio gravose	15
1.7.3	Influenza di raggi α , β , γ	16
1.7.4	Metalli	16
1.7.5	Semiconduttori	16
1.7.6	Materie plastiche	16
1.7.7	Termoplastici	16
1.7.8	Duroplastici	16
1.7.9	Elastomeri	17
1.7.10	Oli e grassi	17
1.8	GRADI DI PROTEZIONE MECCANICA DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI	18
1.9	EVENTUALI VINCOLI, NECESSITÀ E COMPATIBILITÀ DA RISPETTARE	18
1.10	INDICAZIONE DELLE PREVISIONI DI FUTURI AMPLIAMENTI DA CONSIDERARE	18
1.11	UNITÀ DI MISURA	19
1.12	TERMINI TECNICI	20
1.13	MATERIALI DI CONSUMO	24
1.14	MATERIALI ACCESSORI DI MONTAGGIO	24
1.15	TRATTAMENTI SUPERFICIALI	25
1.15.1	Verniciatura	25
1.15.1.1	Materiali	25
1.15.1.2	Applicazione del ciclo di verniciatura	25
1.15.2	Tipi di trattamento	27
1.15.2.1	Colori	29
1.15.2.2	Collaudi delle verniciature	29
1.15.2.3	Garanzie sulle verniciature	29
1.15.3	Zincatura a caldo	29
1.15.4	Materiali inox	30
1.15.5	Saldature	30
1.15.5.1	Esecuzione delle saldature	30
1.15.5.2	Elettrodi	30
1.16	ALTRE OPERE	31
2	NORME SULLE QUALITÀ ED ACCETTAZIONE PER TUBAZIONI INTERRATE	32
2.1	POSA DI CAVI DI ENERGIA E DEI CONDUTTORI DI TERRA	32
2.1.1	Posa in opera	32
2.1.1.1	Profondità di posa di cavi d'energia	32
2.1.1.2	Profondità di posa dei conduttori di terra	32
2.1.1.3	Profondità di posa aumentata	32

2.1.1.4	Scavi.....	32
2.1.1.5	Letto di posa.....	33
2.1.1.6	Posa.....	33
2.1.1.7	Reinterro.....	33
3	IMPIANTI ELETTRICI, SPECIALI, STRUMENTAZIONE, AFFINI E SISTEMA DI CONTROLLO - CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE.....	34
3.1	LIVELLI DI TENSIONE E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE	34
3.2	CONDIZIONI DI PROGETTO DEL SISTEMA ELETTRICO.....	35
3.2.1	Generalità	35
3.2.2	Norme giuridiche	35
3.2.3	Norme tecniche.....	35
3.2.4	Disposizioni legislative nel settore elettrico.....	36
3.2.5	La normativa tecnica.....	37
3.2.6	Marcatura CE e marchi di conformità	41
3.3	CADUTE DI TENSIONE	42
3.4	CRITERI DI DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA E REQUISITI DI SICUREZZA DEGLI IMPIANTI	43
3.4.1	Criteri di distribuzione dell'energia elettrica.....	43
3.4.2	Requisiti di sicurezza degli impianti.....	43
3.5	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE	44
3.5.1	Cavi di potenza e di segnalazione	44
3.5.2	Criteri di dimensionamento.....	46
3.5.3	Condizioni d'esercizio	46
3.5.3.1	Tensione	46
3.5.3.2	Corrente.....	46
3.5.3.3	Portate	46
3.5.3.4	Temperatura ambiente	46
3.5.3.5	Conduttori in parallelo.....	47
3.5.3.6	Compatibilità.....	47
3.5.3.7	Accessibilità	47
3.5.4	Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa	48
3.5.4.1	Portata dei cavi	48
3.5.4.2	Influenze esterne.....	49
3.5.4.3	Identificazione.....	49
3.5.4.4	Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione	49
3.6	CRITERI DI POSA DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE	49
3.6.1	Criteri di posa	49
3.6.1.1	Lavori preliminari alla posa.....	49
3.6.1.2	Requisiti di posa.....	49
3.6.1.3	Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa	50
3.6.1.4	Temperatura di posa	50
3.6.1.5	Raggio di curvatura	51
3.6.1.6	Supportazione dei cavi	51
3.6.2	Giunzioni e terminazioni	52
3.6.2.1	Requisiti generali.....	52
3.6.2.2	Terminazioni.....	52
3.6.2.3	Terminazione e giunzione dei singoli conduttori	52
3.6.2.4	Identificazione dei cavi direttamente interrati	53
3.6.2.5	Identificazione dei cavi posati aerei	54
3.6.2.6	Identificazione dei cavi posati in tubi.....	54
3.6.3	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi "aerei" in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti	54
3.6.3.1	Materiale di supportazione	54
3.6.3.2	Requisiti di posa.....	55
3.6.3.3	Attraversamenti	56
3.6.4	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie o metalliche	56
3.6.4.1	Materiale di supportazione	56

3.6.5	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi	57
3.6.5.1	Requisiti di posa dei tubi	57
3.6.5.2	Tubi metallici	57
3.6.5.3	Tubi in cloruro di polivinile - PVC.....	58
3.6.5.4	Curve e raggi di curvatura	58
3.6.5.5	Coefficienti di riempimento.....	59
3.6.5.6	Parallelismi e giunzioni	60
3.6.5.7	Terminazioni dei tubi metallici filettabili	61
3.6.5.8	Protezione delle filettature.....	61
3.6.5.9	Terminazioni dei tubi metallici non filettabili	61
3.6.5.10	Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi.....	61
3.6.5.11	Requisiti di posa interrata dei tubi porta cavi in acciaio	62
3.6.5.12	Requisiti di posa sottotraccia di tubi.....	63
3.6.5.13	Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili.....	63
3.6.6	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti	63
3.6.7	Incroci fra cavi elettrici.....	64
3.6.8	Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione	64
3.6.9	Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate	64
3.6.10	Elenchi dei cavi	64
3.6.11	Tipologia dei cavi elettrici.....	65
3.6.11.1	Cavi tipo FG16(O)R16 0,6-1, per tensioni di esercizio fino a 1 kV	65
3.6.11.2	Cavi schermati tipo FG16(O)H2R16 0,6-1, per tensioni di esercizio fino a 1 kV	66
3.7	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE	66
3.7.1	Condizioni generali di protezione dei conduttori.....	66
3.7.2	Casi nei quali può essere omessa la protezione dal sovraccarico	67
3.7.3	Casi nei quali si raccomanda di non proteggere dal sovraccarico	68
3.7.4	Condizioni generali di protezione dal corto circuito.....	68
3.7.5	Valori dell'energia specifica passante dei conduttori.....	68
3.7.6	Verifica dell'integrale di Joule	70
3.8	DISPOSITIVI AUTOMATICI AD INTERRUTTORE	71
3.8.1	Norme di riferimento	71
3.8.2	Correnti di riferimento	71
3.8.3	Caratteristiche d'intervento	72
3.9	DISPOSITIVI A FUSIBILE	73
3.9.1	Norme di riferimento.....	73
3.9.2	Classificazione	73
3.9.3	Correnti di riferimento	73
3.9.4	Caratteristica d'intervento	74
3.9.5	Poteri d'interruzione e caratteristica I _{2t}	74
3.9.6	Condizioni generali di protezione dal sovraccarico	74
3.9.7	Condizioni generali di protezione dal corto circuito.....	75
3.10	CANALI ELETTRICI	76
3.10.1	Canaletta in filo d'acciaio inox AISI 304	76
3.11	TUBAZIONI.....	76
3.11.1	Generalità.....	76
3.11.2	Tubo rigido in acciaio zincato.....	77
3.11.3	Tubo rigido di PVC.....	77
3.11.4	Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato).....	78
3.11.5	Cassette di derivazione stagne da esterno in materiale plastico	79
3.12	CRITERI DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI DI TERRA E DI PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAI FULMINI	81
3.12.1	Impianto di terra	81
3.12.2	Modalità d'esecuzione.....	81
3.12.3	Dispersore di terra	82
3.12.4	Conduttori di terra	83

3.12.5	Collettore (o nodo) di terra	83
3.12.6	Conduttori di protezione.....	83
3.12.7	Conduttori equipotenziali.....	84
3.12.8	Realizzazione dell'impianto di terra.....	84
3.12.9	Impianto integrativo per protezioni da sovratensioni.....	85
3.12.9.1	Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche	85
3.12.9.2	Limitatore di sovra tensione SPD	86
3.12.9.3	Coordinamento degli SPD	86
3.12.9.4	Scelta degli SPD	87
3.12.10	Messa a terra delle strutture metalliche costituenti l'impianto di trattamento meccanico	88
3.12.11	Considerazioni finali	88
3.13	IMPIANTO ELETTRICO	89
3.13.1	Conformità alle norme	89
3.13.2	Influenze esterne.....	89
3.13.3	Regola dell'arte	89
3.13.4	Marcatura CE.....	89
3.13.5	Estensione delle note generali	90
3.13.6	Modalità di montaggio	91
3.13.7	Collegamenti elettrici	92
3.13.7.1	Cavi	92
3.14	IMPIANTO STRUMENTALE	93
3.14.1	Note generali	93
3.14.2	Modalità di montaggio	94
3.14.3	Posizionamento degli strumenti.....	95
4	APPARECCHI ILLUMINANTI	96
5	APPARECCHI PER USO COMUNE.....	96
5.1	APPARECCHI DI COMANDO PER USI DOMESTICI E SIMILARI	96
5.2	PRESE A SPINA PER USI DOMESTICI E SIMILARI.....	96
5.3	INTERRUTTORE AUTOMATICO PER USI DOMESTICI	97
5.4	PRESE FISSE VERTICALI CON INTERRUTTORE DI BLOCCO	98
6	APPARECCHIATURE ASSIEMATE DI PROTEZIONE E MANOVRA (AS/ANS) (COMUNEMENTE CHIAMATI ANCHE QUADRI ELETTRICI).....	100
6.1	NOTE GENERALI	100
6.2	LAMIERE	100
6.2.1	Struttura metallica	101
6.2.2	Verniciature	101
6.2.3	Messa a terra.....	102
6.2.4	Cablaggio elettrico.....	102
6.2.5	Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni.....	102
6.2.5.1	Apparecchiature interne.....	102
6.2.5.2	Apparecchiature esterne	102
6.3	COSTRUZIONI DELL'AS/ANS.....	105
6.3.1	Morsettiere	106
6.3.2	Fusibili	106
6.3.3	Contattori	106
6.3.4	Relè termico	106
6.3.5	Amperometro e voltmetro analogico	107
6.3.6	Trasformatori di corrente	107
6.3.7	Pulsanti - selettori - portalampada	107
6.3.8	Reperibilità materiali	107
6.3.9	Documentazione	107
6.3.10	Collaudi	108
7	QUADRI DI BASSA TENSIONE.....	109

7.1	NORME DI RIFERIMENTO.....	109
7.2	CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO	109
7.3	INCLUSIONI	110
7.4	QUANTITÀ E QUALITÀ DELLE APPARECCHIATURE	110
7.5	DATI DI PROGETTO.....	111
7.5.1	Dati di progetto meccanico	111
7.5.2	Dati di progetto elettrico	111
7.6	CELLE	112
7.7	ACCESSIBILITÀ.....	112
7.8	PRINCIPALI CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	112
7.8.1	Struttura meccanica del quadro	112
7.8.2	Caratteristiche elettriche delle celle	113
7.9	CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI	114
7.9.1	Generalità	114
7.9.2	Apparecchiature di manovra	114
7.9.2.1	Interruttori per arrivi.....	114
7.9.2.2	Interruttori per partenze.....	114
7.9.2.3	Relè ausiliari.....	114
7.9.2.4	Morsettiere ausiliarie	115
7.9.2.5	Numerazione dei conduttori	115
7.10	VARIE	116
7.10.1	Collegamenti di terra	116
7.10.2	Morsettiere ausiliarie	116
7.10.3	Materiali isolanti	116
7.10.4	Colorazione e individuazione delle anime dei conduttori	116
7.10.5	Separazione dei circuiti	117
7.11	VERNICIATURA.....	118
7.11.1	Ciclo di verniciatura.....	118
7.11.2	Colore.....	118
7.11.3	Garanzie sulle verniciature	118
7.12	PROVE E COLLAUDI	118
7.12.1	Requisiti generali	118
7.12.2	Collaudi in fabbrica	118
7.13	QUADRO/I PER AUTOMAZIONE.....	119
7.13.1	Generalità.....	119
7.13.2	Cablaggio	120
7.13.3	Messa a terra	121
7.13.4	Costruzione dell'AS/ANS.....	121
7.14	DIMENSIONAMENTO APPARECCHIATURE ALL'INTERNO DEGLI AS/ANS	122
7.14.1	Materiali isolanti	122
7.14.2	Sistema di sbarre fino a 250 A.....	122
7.14.3	Fusibili	122
7.14.4	Contattori	122
7.14.5	Interruttori automatici specifici per protezione motore.....	123
7.14.6	Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari	126
7.14.7	Relè termico.....	126
7.14.8	Avviamento di motori tramite Soft Start	127
7.14.9	Avviamento di motori tramite Inverter	127
7.14.10	Amperometro e voltmetro analogico.....	128
7.14.11	Analizzatore d'energia da quadro	128
7.14.12	Trasformatori di corrente	128
7.14.13	Alimentatori stabilizzati ridondati.....	128
7.14.14	Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro	129

7.14.15	Pulsanti – selettori – portalampada	129
7.14.16	Lampade di segnalazione a LED.....	129
7.14.17	Relé ausiliari	130
7.14.18	Ventilatori e filtri EMC per circolazione aria all'interno dei quadri	130
7.14.19	Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche.....	130
7.14.20	Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche.....	130
7.14.21	Morsettiere	130
7.14.22	Cablaggio elettrico.....	131
7.15	QUADRI DI DISTRIBUZIONE DI TIPO AS	132
8	APPARECCHIATURE DI MEDIA TENSIONE	133
8.1	QUADRI DI MEDIA TENSIONE.....	133
8.1.1	Descrizione.....	133
8.1.2	Capsula di contenimento del gas SF6	133
8.1.3	Sezionatore a 3 posizioni.....	133
8.1.4	Comparto cavi.....	134
8.1.5	Trasformatori di corrente e di tensione	134
8.1.6	Sbarre omnibus	134
8.1.7	Carpenterie	134
8.1.8	Fusibili	134
8.1.9	Lampade di presenza tensione.....	134
8.1.10	Cassonetti di bassa tensione.....	135
8.1.11	Montaggio	135
8.1.12	Dati tecnici	135
8.1.13	Dimensioni delle celle	135
9	GRUPPI STATICI DI CONTINUITA'	136
9.1	UPS ALIMENTAZIONE SISTEMA DI AUTOMAZIONE E SUPERVISIONE	136
10	SISTEMA DI AUTOMAZIONE E SUPERVISIONE	137
10.1	DESCRIZIONE SISTEMA DI GESTIONE ED AUTOMAZIONE IMPIANTO DI POTABILIZZAZIONE	137
10.2	GESTIONE UTENZA.....	140
10.3	GESTIONE COMANDI DA SUPERVISIONE	140
10.4	GESTIONE ALLARMI.....	141
10.5	DESCRIZIONE PAGINE VIDEO	142
10.6	DESCRIZIONE POP-UP UTENZE, MISURE	145
10.7	ORE DI FUNZIONAMENTO.....	147
10.8	ERRORE DI MANCATA RISPOSTA	147
10.9	MISURE DI LIVELLO	147
10.10	MISURE DI PORTATA	147
11	INDICAZIONI DELLE GRANDEZZE FISICHE E DELLE PRESTAZIONI OGGETTO DI GARANZIA DA VERIFICARE (COLLAUDI)	148
11.1	OGGETTO DI VERIFICA DELLE PRESTAZIONI (COLLAUDI)	148
11.2	OGGETTI DI VERIFICA PRESEZIATA DELLE PRESTAZIONI (COLLAUDI), AL TERMINE DELLA COSTRUZIONE IN STABILIMENTO E PRIMA DELLA SPEDIZIONE.	149
12	CERTIFICAZIONI E / O OMOLOGAZIONI E / O LICENZE RICHIESTE	150
13	DOCUMENTAZIONE	151
13.1	CONSEGNA DELLA DOCUMENTAZIONE TECNICA.....	151
13.2	DOCUMENTAZIONE PER BENESTARE.....	151
13.3	DOCUMENTAZIONE DELLO STATO FINALE	152
13.4	PROGETTO COSTRUTTIVO ESEGUITO DALL'APPALTATORE.....	152
13.5	PRESCRIZIONI PER LA DOCUMENTAZIONE.....	153
13.5.1	Scopo	153
13.5.2	Contenuto	153
13.5.3	Note	153

1 INFORMAZIONI DI CARATTERE GENERALE

1.1 Scopo dell'appalto

Le presenti condizioni d'appalto per le opere elettro strumentali si riferiscono alla fornitura, al trasporto, alla posa in opera funzionante e funzionale compreso l'assistenza all'avviamento delle diverse apparecchiature ed impianti elettro strumentali di progetto.

1.2 Applicazioni

Questa specifica deve ritenersi una estensione tecnica di tutti gli allegati a corredo del progetto, compreso il computo metrico per la stima economica dei lavori.

1.3 Precisazioni

A) Si precisa che qualità e quantità dei materiali indicati in specifica e nei documenti richiamati, hanno valore indicativo e non esimono la Ditta installatrice dall'obbligo di fornire ed installare opere complete in ogni loro parte, perfettamente funzionanti, ai prezzi convenuti, indipendentemente da qualsiasi omissione, imperfezione o imprecisione della descrizione.

B) L'eventuale incompletezza delle informazioni non solleva l'Appaltatore dal fornire le più ampie garanzie di buona esecuzione e di buon funzionamento di tutto l'impianto, senza esclusione alcuna.

C) Modalità di costruzione, di installazione, tipici di montaggio, ecc. diversi da quelli indicati dalla presente specifica, saranno accettati solo se preventivamente concordati con la D.L., fermo restando il totale rispetto delle norme, leggi e regolamenti in vigore e responsabilità dell'Impresa Appaltatrice.

D) Tutte le apparecchiature dovranno essere di primarie case costruttrici; qualora la marca dei materiali e delle apparecchiature che l'impresa intende offrire non fosse compresa tra quelle indicate nell'apposito "Elenco marche e costruttori", l'eventuale approvazione, in fase di appalto, si intende effettiva solo per la marca e la qualità dei materiali e delle apparecchiature, mentre le equivalenze delle prestazioni rimarranno responsabilità della Ditta assuntrice. L'impresa dovrà comunque produrre adeguata documentazione tecnica di supporto al fine di comprovare la validità e l'equivalenza della scelta tecnica adottata.

Definizione delle opere

Le opere elettromeccaniche ed elettro strumentali da prevedere sono indicate nella relazione illustrativa delle opere e sono desumibili dai documenti allegati alla richiesta di offerta.

1.4 Opere accessorie e materiali di consumo

Oltre agli oneri di cui nel presente capitolato, saranno a carico dell'appaltatore le seguenti opere accessorie senza diritto ad un compenso aggiuntivo:

- 1) Ponti di lavoro e tutte le altre attrezzature provvisorie.
- 2) Tutti i mezzi d'opera, come per esempio corrente elettrica, acqua, eccetera.
- 3) Tutti i mezzi di sollevamento, impalcati, mezzi di trasporto ed altri mezzi d'opera occorrenti per il montaggio.
- 4) L'acquisizione di aree di montaggio e di deposito, se quelle messe a disposizione del

committente non sono sufficienti.

5) L'esecuzione presso i laboratori e gli istituti indicati dalla Direzione Lavori di tutte le prove e verifiche ordinate dalla Direzione Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi in correlazione con la prescrizione dell'articolo 1.3 riguardante l'accettazione dei materiali.

Delle prove può essere richiesta la conservazione nell'ufficio della Direzione Lavori. Queste verranno munite di sigillo contrassegnato dal Direttore dei Lavori per garantirne l'originalità.

6) La tenuta di un giornale di lavori e la trasmissione di una relativa copia alla Direzione Lavori entro i termini da lei stabiliti.

7) L'appaltatore deve sostenere tutte le spese di collaudo e di collaudo provvisorio e d'esercizio di prova, nonché dei lavori preparativi per potere iniziare l'esercizio di prova e per potere verificare l'efficienza dell'impianto secondo le prescrizioni del presente capitolato.

8) Se il montaggio, lo smontaggio, la manutenzione e la riparazione degli impianti necessitano di utensili o apparecchi speciali, essi vanno compresi nella fornitura delle apparecchiature in duplice copia. I costi si intendono compresi nei prezzi unitari.

9) La taratura e le regolazioni delle apparecchiature di misura, i dispositivi di funzionamento, i teleruttori, i segnali di comando, le prove in campo, le prove di funzionamento, i corsi di istruzione degli addetti alla conduzione dell'impianto eccetera, compresi tutti i lavori di coordinamento con gli altri appaltatori, sono di competenza dell'appaltatore; i rispettivi costi sono compresi nei vari prezzi unitari.

Ciò vale anche per tutte le chiarificazioni da portarsi a termine con i fornitori dell'attrezzatura elettromeccanica e per tutte le comunicazioni dettagliate con la D.L. e la Committenza della costruzione così come con le ditte costruttrici.

10) Tutte le intese valgono pure per i ricambi e macchinari di riserva eventualmente ordinati.

11) Dovranno essere effettuati tutti i coordinamenti necessari sia con l'ENEL che con la gestione del servizio operativo della Committenza senza esplicito invito. Vanno elaborate relazioni scritte concernente tali coordinamenti, le quali dovranno essere trasmesse sia al committente che alla D.L..

Tutti gli oneri ed obblighi sopracitati sono compresi nei prezzi unitari in allegato; con questi prezzi unitari sono compensati anche tutti gli altri lavori aggiuntivi richiesti in riferimento alle esigenze del presente capitolato che si rendessero necessari nella fase esecutiva e per un'esecuzione ineccepibile di tutti i lavori, anche se non elencati singolarmente e specificatamente nel progetto.

La fornitura deve comprendere tutti i materiali di consumo che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature; qui di seguito indicati a titolo indicativo e non esaustivo o limitativo: bombole di acetilene, ossigeno; carbone; carburo; elettrodi e materiale d'apporto in genere (castolin, stagno, ecc.); paste deossidanti; gas liquido; benzina; nafta per lampade o altre prestazioni; nastro di teflon; pick-up; minio; talco; stracci; miscela "chico" per bloccaggi raccordi antideflagranti; reggette e spago per legature provvisorie cavi e tubi; ecc.

La fornitura deve inoltre comprendere tutti i materiali accessori di montaggio che si rendono necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non limitativo: supporti; tasselli; staffette; zanche in profilato di ferro; collari di ferro piatto e gaffette di fusione o in profilato; chiodi a sparo; viti; dadi e bulloni; nastro metallico rivestito in PVC; targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione; pick; nastro di teflon; nastri di gomma, di neoprene, ecc.; nastri tipo scotch; nastri e tubetti sterlingati; morsetti concentrici; capicorda a compressione; treccia flessibile per la messa a terra delle armature; staffe; zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie; pinze; cacciavite; morse; forge; filiere; banchi di lavoro; pennelli; spruzzatori; saldatrici; secchi; recipienti; attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.) esclusi quindi soltanto i mezzi d'opera, i macchinari, il legname ed in genere gli impianti e le installazioni il cui uso è collettivo e generale.

Sono altresì comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio, ed eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro; esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti, compresi il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.
- Risarcimento alla Committente per spese che la stessa incontrerà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature e lo stesso ad opere già eseguite; (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate).
- Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiate sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo.
- Allineamento e taratura degli strumenti.
- Esecuzione di tutti i collaudi d'isolamento e funzionamento con l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie che devono essere di fornitura dell'installatore.
- Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato della Committente.
- L'Impresa è tenuta inoltre a demolire e ricostruire a sue spese qualsiasi opera mal posizionata rispetto a quanto indicato nel presente Capitolato, documentazione tecnica e/o sui disegni.

I materiali di consumo e gli accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferiscono.

1.5 Iter Procedurale

1.5.1 Assistenza ai controlli della produzione e del montaggio

L'appaltatore deve permettere in ogni momento libero accesso al committente e/o ai suoi diretti rappresentanti sul cantiere o nell'officina, fornendo tutte le informazioni necessarie riguardo ai quesiti tecnici ed allo stato di avanzamento dei lavori. L'appaltatore è inoltre tenuto a dare la

necessaria assistenza per un controllo ed una verifica ineccepibile.

Le spese personali determinate dall'espletamento da parte dell'incaricato dei controlli e delle verifiche previste nella commessa, sono a carico della Committente, mentre i costi derivati direttamente dalla prova di carico sono a carico dell'appaltatore.

1.5.2 Coordinamento dei lavori

L'appaltatore deve tenere conto delle necessità di lavoro di altri appaltatori le cui forniture siano connesse od interfacciate con l'impianto elettrico.

Il Committente interverrà in prima persona solo in casi eccezionali per coordinare gli interventi di collaborazione fra le singole imprese, quando non si sia raggiunta una comunità di intenti fra le imprese costruttrici nonostante il loro dimostrabile impegno in tale senso.

Le decisioni prese da parte del Committente sono vincolanti per tutte le parti.

La sequenza dei lavori da portarsi a termine deve avvenire in base a punti di vista specificatamente tecnici, indipendentemente dai maggiori tempi di fermo-macchina delle singole apparecchiature, per le quali non viene riconosciuto alcun indennizzo.

Qualora le consegne e le prestazioni siano state appaltate alle diverse imprese, queste devono trovare un punto d'intesa comune, per un adeguato lavoro di collaborazione, applicandosi nell'interesse comune della costruzione e seguendo le istruzioni del Committente.

Qualora dovessero risultare richieste di risarcimento di danni derivanti dalla trasgressione di quanto convenuto, ovvero da una osservanza poco scrupolosa da parte delle altre imprese, queste non potranno venire sollevate nei confronti del Committente che abbia rispettato le prescrizioni di quanto stabilito nella documentazione del contratto.

1.5.3 Montaggio e messa in funzione

L'intero montaggio, compresa la messa a disposizione di elementi coadiutori del montaggio, è a carico dell'impresa; nell'incarico è compresa l'installazione di tutte le parti e componenti atti ad assicurare un corretto ed idoneo montaggio di tutte le apparecchiature, compresa l'effettuazione di forometrie e la chiusura delle tracce, salvo accordi diversi tra le imprese.

La consegna degli elementi costruttivi e di montaggio che dovranno essere inglobati nelle opere civili durante il corso dei lavori, vanno concordate per tempo con l'impresa edile.

Prima dell'inizio delle fasi di montaggio bisogna raggiungere con tutte le altre imprese appaltatrici e la D.L., un chiaro ed inequivocabile accordo riguardo il posizionamento ed il tipo di montaggio, i tracciati, i percorsi di installazione, i materiali, gli accessori, e così via (ad esempio i tracciati dei cavi e delle condutture).

Tutte le prestazioni non concordate, non concesse e tutte quelle altre non permesse, vanno immediatamente variate dall'impresa, non costituendo così motivo di lamentela e di danno per il Committente.

L'appalto comprende tutti i lavori necessari per un funzionamento a regola d'arte, quali i lavori di costruzione degli interi impianti elettrici, tutto il cablaggio interno e le connessioni delle apparecchiature verso il campo ed eventuali approntamenti meccanici a servizio delle installazioni elettriche che si rendessero necessari ai fini di una corretta realizzazione. Sono da intendersi compresi nell'importo anche tutte le opere di natura meccanica per l'installazione della

strumentazione oggetto di fornitura.

La cura e la manutenzione degli impianti e delle apparecchiature fornite fino al momento della consegna, costituiscono parte integrante dell'incarico; fanno parte dell'incarico anche tutte le prove funzionali delle installazioni eseguite e la messa in funzione dell'impianto.

Le modalità di esecuzione delle prove e le prestazioni riguardanti la messa in esercizio sono descritti compiutamente al punto 1.8 e comprendono fra l'altro:

- la presenza del personale dell'impresa durante i lavori di messa in funzione per tutte le installazioni fra i quali sussiste una diretta od indiretta interfaccia, come ad esempio la messa in servizio delle valvole motorizzate e del sistema di telecontrollo, nonché l'interconnessione con le installazioni esistenti ove si renda necessario intervenire;
- la presenza di personale dell'impresa durante le fasi di collaudo.

1.5.4 Periodo di prova e presa in consegna

Dopo la messa in funzione dell'impianto, si dovrà procedere ad un periodo di prova di almeno 60 giorni secondo le prescrizioni tecniche, comprendente tutti gli esami ed i controlli di tutte le installazioni dell'impianto, del funzionamento e delle disponibilità all'esercizio.

Durante l'esercizio di prova, l'impresa dovrà avviare provvedimenti di natura organizzativa al fine di eliminare immediatamente (entro 24 ore) eventuali guasti che avessero a verificarsi durante l'esercizio di prova. Verrà redatto un verbale con i dati emersi dalle diverse prove e dall'esercizio di prova, sottoscritto congiuntamente da tutte le parti in causa.

Qualora dal verbale risulti l'adempimento di tutte le condizioni come da contratto, si perverrà allora alla successiva presa in consegna.

1.5.5 Corsi di istruzione

Il personale destinato alla futura gestione dell'impianto, dovrà essere istruito a cura dell'appaltatore, in modo da consentire il servizio ed effettuarvi tutti i necessari lavori di manutenzione.

1.5.6 Accordi fra Committente e studi di progettazione

L'esecuzione dei lavori di costruzione avverrà in stretto accordo fra la Committenza e la direzione dei lavori. Le singole peculiarità tecniche e logistiche andranno chiarite con i responsabili di cantiere, le imprese costruttrici e le ditte costruttrici dei macchinari, così come con l'azienda elettrica ed il servizio di gestione della rete di telecontrollo.

Per i rallentamenti dei lavori dovuti ad esami e controlli non possono essere sollevate rivendicazioni nei confronti del Committente. Esami e collaudi non esimono l'impresa dalla propria responsabilità di garanzia.

1.6 Avviamento Impianto

1.6.1 Messa in funzione

Il mandatario dovrà realizzare la corretta messa in funzione di ogni fornitura su ordine della direzione dei lavori dopo aver terminato l'installazione; la messa in funzione è parte dell'incarico.

In apposito capitolo della presente relazione vengono richiamate tutte le prove e verifiche che l'impresa dovrà effettuare al termine delle installazioni elettro strumentali al fine di soddisfare quanto richiesto dalla legge D.M. 37/08; i lavori per la corretta messa in funzione dell'impianto prevedono anche le seguenti prestazioni aggiuntive:

- controllo di tutte le interfaccia degli impianti forniti dal mandatario stesso e da altre imprese ma strettamente connesse con le opere elettro strumentali (p.e: sistema telecontrollo, valvole motorizzate, pompe, comandi e regolazioni verso installazioni esistenti e/o fornite direttamente dal committente);
- controllo del senso ciclico delle fasi per tutti i gruppi motore;
- regolazione e taratura dei dispositivi di protezione (termiche, magnetiche e differenziali) di tutte le apparecchiature previste in bassa tensione;
- regolazione di tutti gli interruttori di coppia e dei finecorsa per i motori delle valvole motorizzate;
- verifica delle correnti di avviamento e delle correnti nominali per tutti i gruppi motore;
- verifiche sicurezze elettriche come richiesto dalla guida CEI 64-14;
- verifica di tutti i pulsanti di emergenza e di tutti i mezzi di protezione adottati sull'impianto;
- controllo completo di tutti i sistemi di misura, comprensivi di tutti gli oneri necessari atti a regolare, equilibrare, tarare e mettere in servizio le singole apparecchiature; ciascuna procedura va annotata su un modulo ed è parte integrante della documentazione finale.
- controllo di tutti i loop di misura, le regolazioni, le segnalazioni ed i comandi da e verso il sistema di telecontrollo, ogni segnale dovrà essere simulato e verificato singolarmente.

Tutti i lavori e gli eventuali interventi o modifiche apportate durante la fase di messa in funzione, dovranno essere registrati e consegnati in duplice copia al Committente.

Per gli impianti a carico di terzi per cui si prevede un coinvolgimento nell'ambito della propria fornitura, il mandatario deve confermare che il controllo dell'interfaccia è stato effettuato dettagliatamente in sua presenza. Solo dopo la presentazione dei verbali controfirmati concernenti il controllo dell'interfaccia e dei verbali della messa in funzione, la messa in servizio è possibile.

1.6.2 Messa in servizio

Il mandatario realizza la corretta messa in servizio di ogni sua fornitura su ordine della direzione

dei lavori dopo aver terminato la messa in funzione; la messa in servizio è parte dell'incarico. Il mandatario è responsabile per il funzionamento corretto di tutti i suoi apparecchi ed impianti affinché tutti gli impianti possano operare insieme in modo coordinato.

Un'altra condizione preliminare per la messa in servizio è che tutte le istruzioni sull'uso e tutti i manuali per la manutenzione siano già stati consegnati almeno in triplice copia; il personale va istruito prima della messa in servizio. Durante la messa in servizio dovranno essere controllate e verificate tutte le condizioni di interblocco e le operazioni logiche.

Tutte le logiche di funzionamento ed i parametri del processo dovranno essere controllati e verificati entro i valori limiti d'errore. Tutti i mezzi d'esercizio devono essere disponibili in quantità sufficiente; la messa in servizio termina se il relativo impianto funziona senza interruzione per almeno 1 settimana in condizioni realistiche.

Subito dopo la messa in servizio, la direzione dei lavori redige il verbale concernente "l'adempimento delle condizioni per la messa in servizio"; tale verbale dovrà contenere tutte le informazioni relative alle prestazioni fornite, le condizioni operative per la messa in servizio, partecipanti e gli addetti alla gestione della messa in servizio, data di inizio ed eventuali difetti constatati. Il verbale va firmato da un rappresentante del Committente, dalla Direzione dei Lavori e dal mandatario.

1.6.3 Esercizio di prova

L'esercizio di prova dovrà essere effettuato sotto la responsabilità del mandatario e se le condizioni dell'esercizio presenti lo consentono, subito dopo la messa in servizio; la condizione preliminare per l'esercizio di prova è che la messa in servizio dell'intero impianto elettrico e meccanico sia terminata positivamente.

La durata dell'esercizio di prova non dovrà essere inferiore alle 8 settimane; da questo esercizio di prova deve risultare la prova per la sicurezza e l'efficienza delle forniture del mandatario; l'esercizio di prova deve aver luogo senza guasti e difetti.

Durante l'esercizio di prova il mandatario d'ordine della Direzione dei Lavori simula diversi stati d'esercizio, ad esempio la mancanza totale della rete, funzionamento di elementi di impianti con carichi differenti, mancanza dei segnali e dei comandi provenienti dalla rete di telecomando.

In caso di difetti durante l'esercizio di prova, pregiudicando il sicuro funzionamento o la funzionalità, l'esercizio di prova ricomincia dopo aver eliminato i difetti; durante l'esercizio di prova il mandatario deve organizzare misure che permettono l'immediata riparazione (entro 24 ore) dei difetti durante l'esercizio di prova.

Sarà redatto un verbale concernente i risultati dei vari controlli e dell'esercizio di prova, che verrà controfirmato da tutte e due le parti in questione; se dal verbale risulta che le condizioni contrattuali sono state adempite, l'impianto viene considerato accettato.

1.7 Condizioni di servizio e ambientali

1.7.1 Condizioni atmosferiche

Le condizioni atmosferiche considerate e da considerare per la progettazione di dettaglio e la costruzione degli equipaggiamenti e degli impianti, sono le seguenti:

Temperatura ambiente	Per interno	Per esterno
valore massimo per breve tempo	+40 °C	+40 °C
valore massimo della media in 24 ore	+ 35 °C	+ 35 °C
media annua	+20 °C	+20 °C
valore minimo	0 °C	-5 °C
Temperatura di progetto	+35 °C	+40 °C
Umidità relativa (riferita a 40 °C)	50 %, nota ¹	90 %, nota ²
Atmosfera	industriale	industriale

Durante il trasporto e l'immagazzinamento sarà necessario tenere conto di diverse condizioni, come per esempio:

- frequente brina
- più elevate o più basse temperature rispetto a quelle sopra menzionate.
- elevato inquinamento dell'aria mediante polvere, fumo, particelle corrosive oppure radioattive, vapore e sale.
- influenza di campi elettrici o magnetici.
- radiazioni (p.e. radiazioni solari, radioattive, ecc.).
- influenze d'insetti.
- forti vibrazioni o sollecitazioni d'urto.

A maggior chiarimento si riporta inoltre il significato di "temperatura ambiente", vale a dire che si deve intendere la temperatura rilevata in determinate condizioni dell'aria che avvolge l'intero apparecchio di manovra, il quadro di comando oppure la distribuzione, ecc.

1.7.2 Condizioni di servizio gravose

Condizioni gravose sono quelle dove l'atmosfera dell'ambiente favorisce l'influenza corrosiva e riduce perciò la durata degli apparecchi.

Questo succede per esempio se in atmosfera c'è presenza di zolfo oppure acido carbonico,

¹ A temperature più basse è ammissibile un'umidità relativa più elevata (p.e. 90 % a + 20 °C)

² Secondo l'esperienza è possibile avere punte del 100 %

ammoniaca, sale marino, ecc.; in questi casi sarà opportuno provvedere di munire le custodie di particolari protezioni.

1.7.3 Influenza di raggi α , β , γ

Il comportamento dei materiali per variazioni delle caratteristiche meccaniche, elettriche ed altre, durante l'irradiazione con raggi ricchi d'energia è definita come resistenza alle radiazioni.

L'Impresa sarà tenuta a tenere in considerazione questi fattori d'influenza perché possono velocemente deteriorare le caratteristiche prima delle custodie, poi delle apparecchiature.

L'effetto della radiazione ionizzante ha una differente forza secondo il tipo e dell'energia (le sezioni d'effetto dei raggi α , β , γ sono circa in rapporto 10.000 : 100 : 1).

Essa andrà riferita però ad un'unica reazione: distruzioni di fusioni chimiche mediante ionizzazione degli atomi e delle molecole contenuti nel materiale.

Quindi si renderà necessaria, qualora richiesta, l'informazione se un determinato componente del materiale alle condizioni d'installazione risponde o no alle esigenze speciali.

Qui di seguito si riportano i diversi tipi di comportamento dei materiali durante l'irradiazione:

1.7.4 Metalli

I metalli non presentano alcun danneggiamento dall'influenza dei raggi (escluse le radiazioni dei neutroni) poiché la ionizzazione di un atomo può essere annullata dagli elettroni liberamente mobili nel materiale.

1.7.5 Semiconduttori

I semiconduttori sono definiti relativamente sensibili ai raggi. I portatori di cariche aggiuntive causano una variazione dei parametri elettrici durante l'irradiazione.

1.7.6 Materie plastiche

Durante l'irradiazione nelle materie plastiche si verificano le seguenti reazioni, che provocano le variazioni di caratteristiche riportate fra parentesi:

- diminuzione della cristallizzazione delle materie parzialmente cristalline (diminuzione della resistenza)
- rottura delle catene polimere, unità dell'eliminazione ossidativa (diminuzione della resistenza, fluidità e dissociazione dei gas)
- reticolazione aggiuntiva (sfaldamento, aumento della durezza)

1.7.7 Termoplastici

Esistono termoplastici più o meno sensibili ai raggi. Appartengono a quelli meno resistenti (utilizzabili solo fino ad una dose da circa 10^2 fino a 10^3 J/kg) i termoplastici contenenti fluoro.

1.7.8 Duroplastici

Normalmente i duroplastici sono più resistenti ai raggi, (utilizzabili in parte fino ad una dose di circa 10^6 fino a 10^7 J/kg). Hanno una notevole importanza le materie di riempimento: le materie

inorganiche hanno di regola una maggiore resistenza di quelle organiche.

1.7.9 Elastomeri

Sono simili ai termoplastici.

1.7.10 Oli e grassi

Negli oli e nei grassi i raggi ionizzanti hanno effetto d'accelerazione della resinificazione.

1.8 Gradi di protezione meccanica delle apparecchiature e dei materiali

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali sarà, come minimo, come di seguito indicato:

	Interno	Esterno
- Quadri elettrici (con porte chiuse):	IP 42	IP 55
- Quadri elettrici (con porte aperte):	IP 20	IP 20
- Apparecchiature elettriche:	IP 40	IP 55
- Motori elettrici:	IP 55	IP 55
- Apparecchi illuminanti per uffici:	IP 20	----
- Apparecchi illuminanti per zone tecniche	IP 55	IP 65
- Apparecchi illuminanti per impianto luce sicurezza:	IP 55	IP 65

1.9 Eventuali vincoli, necessità e compatibilità da rispettare.

L'impianto progettato dovrà tenere conto di numerosi vincoli e compatibilità, quali:

- la necessità di reperire le parti di ricambio nella zona città o prima periferia;
- la temperatura invernale che può, per periodi anche della durata di una settimana, scendere sotto lo zero.

Si riporta l'attenzione sul fatto che tutti gli armadi elettrici saranno compatibili tra loro, cioè della stessa forma, colore e possibilmente dimensione.

Si ricorda inoltre che tutte le serrature degli armadi elettrici saranno dello stesso tipo unificato e scelto in accordo con la Direzione Lavori.

1.10 Indicazione delle previsioni di futuri ampliamenti da considerare

Un impianto industriale, per quanto ben progettato e visto nelle sue strategie future, difficilmente potrà essere idoneo alle molteplici e imprevedibili future necessità.

Gli impianti elettrico, strumentale e di controllo a servizio delle utenze dell'impianto, sicuramente subiranno nel tempo, modifiche e trasformazioni dovute sia ad improvvise richieste, sia a nuove necessità dettate dal continuo sviluppo.

Gli impianti elettrico, strumentale e di controllo sono gli impianti più "flessibili" dal punto di vista di rapidi cambiamenti e/o modifiche circuitali e/o ottimizzazioni di processo.

Ciò premesso, nella stesura del progetto di dettaglio, l'Impresa dovrà tenere conto di realizzare (per quanto possibile) un impianto "modulare" e "standardizzato" tale da poter essere flessibile, modificabile e soprattutto ampliabile; all'uopo saranno chiaramente messi in evidenza sul progetto gli spazi considerati e da considerare come ampliamenti futuri.

L'Impresa dovrà anche tenere presente che i materiali e le apparecchiature impiegate saranno, oltre che di primaria Marca, anche di facile reperibilità sul mercato nazionale e soprattutto locale e che le parti di ricambio delle stesse saranno garantite disponibili sul mercato per almeno 10 (dieci) anni dalla data del collaudo finale.

1.11 Unità di misura

Le unità di misura ed i relativi simboli utilizzati e da utilizzare nei documenti saranno e saranno essenzialmente quelle di seguito elencate:

Dimensioni lineari:	millimetro	mm
	metro	m
Tempo	Secondo	s
	Ora	h
Massa	Kilogrammo	kg
	Tonnellata	t
Energia	Kilowattora	kW
	Kilocaloria	kcal
	Joule	J
Tensione	Volt	V
	Kilovolt	kV
Corrente	Ampere	A
	Kiloampere	kA
	Milliampere	mA
Resistenza	Ohm	Ω
Potenza elettrica	Watt	W
	Kilowatt	kW
Superficie	metri quadrati	m ²
	millimetri quadrati	mm ²
Volume	Metricubi	m ³
	Litri	l

Portata in volume	Metricubi/ora	m ³ /h
Portata in massa	Tonnellate/ora	t/h
Portata gas	Normalmetricubi/ora	N m ³ /h
Forza	Newton	N
Pressione	bar relativi	bar (g)
	bar assoluti	bar (a)
	pascal	Pa
Pressione differenziale	Millibar	mbar
	Pascal	Pa
Livello liquidi	Millimetri	mm
Posizione	per cento	%
Temperatura	gradi celsius	°C
Viscosità	centipoise	cp
Densità	massa/volume	kg/m ³
Ossigeno disciolto	milligrammo/litro	mg/l
Cloro residuo	milligrammo/litro	mg/l

1.12 Termini tecnici

La terminologia adottata nei vari documenti contrattuali, sarà intesa come qui di seguito riportato:

- *Conduttore di protezione (PE)* - Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra.
- *Conduttore PEN* - Conduttore che svolge insieme le funzioni sia di conduttore di protezione sia di conduttore di neutro.
- *Conduttore di terra (CT)* - Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra loro.
- *Conduttore equipotenziale principale (EQSP) e supplementare (EQS)* - Conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale.
- *Contatto diretto* - Contatto di persona con parti attive.
- *Contatto indiretto* - Contatto di persona con una massa in tensione per guasto.
- *Corrente di guasto* - Corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolante o quando l'isolamento è corto circuitato.
- *Corrente di guasto a terra* - Corrente di guasto che si chiude attraverso l'impianto di terra.
- *Corrente differenziale* - Somma algebrica dei valori istantanei delle correnti che percorrono tutti i conduttori attivi di un circuito in un punto dell'impianto.
- *Massa* - Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensioni in condizioni ordinarie, ma che può anche andare in tensione in condizioni di guasto.
- *Massa estranea* - Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado d'introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.
- *Parte attiva* - Conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, escluso per convenzione il conduttore PEN.
- *Resistenza di terra* - Resistenza tra il collettore (o nodo) principale di terra e la terra.
- *Tensione di contatto* - Tensione che si stabilisce fra parti simultaneamente accessibili in caso di guasto dell'isolamento.
- *Circuito di distribuzione* - Circuito che alimenta un quadro di distribuzione.

- *Circuito terminale* - Circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina.
- *Doppio isolamento* - Isolamento comprendente sia l'isolamento principale sia l'isolamento supplementare.
- *Interruttore differenziale di tipo A* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti differenziali unidirezionali e pulsanti, applicate improvvisamente o lentamente crescenti.
- *Interruttore differenziale di tipo AC* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali applicate improvvisamente o lentamente crescenti.
- *Interruttore differenziale di tipo B* - Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti continue.
- *Isolamento principale* - Isolamento delle parti attive utilizzato per la protezione base contro i contatti diretti.
- *Isolamento rinforzato* - Sistema unico d'isolamento applicato alle parti attive, in grado di assicurare un grado di protezione contro i contatti elettrici equivalente al doppio isolamento, nelle condizioni specificate dalle norme relative.
- *Supporto* - Staffe zanche, tubo, profilato di ferro, tasselli e simili, di dimensioni piccole, adatte a realizzare un appoggio cui possono essere ancorati solidamente strumenti di misura, regolatori, tubi, cavi, cassette di giunzione, ecc.
- *Supporto esistente* - S'intende un appoggio disponibile (strutture metalliche, terreno livellato, strutture prefabbricate, superfici metalliche ecc.) su cui possono essere ancorate parti di un impianto senza interposizione d'opere accessorie.
- *Supporto artificiale* - S'intende l'opera necessaria (colonnine, telai in profilato di ferro, portali, mensole d'acciaio, ecc.) per fissare l'apparecchiatura quando non è disponibile un "supporto esistente" o se disponibile, questo non è ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.
- *Fissaggio* - Qualunque opera accessoria che consente di fissare accuratamente lo strumento, cassetta, tubo, ecc., solidamente ad un supporto.

- *Passerelle* - Strutture realizzate con profilati di ferro imbullonati e/o saldati tra loro oppure miste con profilati e lamiere forate o lisce, aventi lo scopo di sostenere i tubetti secondari singoli ed i cavi multipli, le linee per i collegamenti primari, cavi elettrici, ecc.; si rammenta che con le dizioni "passerella verticale" oppure "orizzontale" si deve intendere il piano d'appoggio dei tubi.
- *Canaletta* - Elemento prefabbricato di plastica o lamiera entro cui sono posati i tubi ed i cavi.
- *Cunicolo* - Scavo con pareti e fondo in muratura o calcestruzzo (questi ultimi possono essere del tipo prefabbricato) adatto a contenere tubi e/o cavi posati sul fondo, oppure staffati sulle pareti o disposti su passerelle.
- *Scavo* - Fossa con le pareti e fondo non rivestiti; sul fondo della fossa, previa interposizione di una fila di mattoni, sono interrati cavi multipli.
- *Livello del piano d'installazione* - S'intende la quota rispetto al terreno, alla quale possono essere installate parti dell'impianto e/o apparecchiature.
- *Livello del piano di lavoro* - S'intende la quota rispetto al terreno, e piano sul quale il personale e le relative attrezzature possono poggiare; dove richiesto, il piano di lavoro provvisorio (come impalcature, ponteggi vari, ecc.) necessari per eseguire i lavori d'installazione di parti dell'impianto o d'apparecchiature, sarà a carico dell'Installatore, il quale sarà tenuto a provvedere anche ad eventuali prestazioni di scale a mano o d'altro tipo, che consentano l'accesso al piano di lavoro.
- *Linea di collegamento primario* - La tubazione necessaria a collegare la presa di misura con gli attacchi dell'elemento sensibile dello strumento.
- *Linea o conduttore di collegamento secondario* - La tubazione o il conduttore necessari a trasmettere il segnale d'uscita dallo strumento dotato dell'elemento sensibile ad uno strumento ricevitore, o anche la tubazione o conduttore che collega un regolatore ad un qualsiasi relè ausiliario, calcolatore ecc. o all'organo finale regolante.
- *Linea o conduttore d'alimentazione* - La tubazione o il conduttore necessario ad alimentare lo strumento trasmettitore o regolatore o qualsiasi relè ausiliario, a partire dal collettore o pannello di distribuzione e fino all'utilizzatore.

- *Connessione* - Collegamento dei tubi o dei conduttori primari o secondari agli attacchi ed alle morsettiere facenti parte di uno strumento.
- *Connessione intermedia* - Giunzione di continuità fra due o più tubi primari o secondari per mezzo di raccorderia od in apposite cassette di smistamento (PJB); giunzione di continuità fra due o più conduttori mediante l'impiego di opportuni connettori o di saldatura o in apposite cassette di smistamento (EJB).
- *Cablaggio* - Posa di tubi secondari e/o cavi a retro quadro, all'interno di armadi o simili per realizzare le connessioni tra i vari strumenti costituenti il sistema di controllo, secondo uno schema prestabilito.

1.13 Materiali di consumo

La fornitura comprende tutti i materiali di consumo che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature; qui di seguito indicati a titolo indicativo e non limitativo: - bombole di acetilene, ossigeno; carbone; carburo; elettrodi e materiale d'apporto in genere (castolin, stagno, ecc.); paste deossidanti; gas liquido; benzina; nafta per lampade o altre prestazioni; nastro di teflon; pick-up; minio; talco; stracci; miscela "chico" per bloccaggi raccordi antideflagranti; reggette e spago per legature provvisorie cavi e tubi; ecc.

I materiali di consumo non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferiscono.

1.14 Materiali accessori di montaggio

La fornitura comprende tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non limitativo: - supporti; tasselli; staffette; zanche in profilato di ferro; collari di ferro piatto e gaffette di fusione o in profilato; chiodi a sparo; viti; dadi e bulloni; nastro metallico rivestito in PVC; targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione; pick; nastro di teflon; nastri di gomma, di neoprene, ecc.; nastri tipo scotch; nastri e tubetti sterlingati; morsetti concentrici; capicorda a compressione; treccia flessibile per la messa a terra delle armature; staffe; zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi.

I materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferiscono.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie; pinze; cacciavite; morse; forge; filiere; banchi di lavoro; pennelli; spruzzatori; saldatrici; secchi; recipienti; attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.) esclusi quindi soltanto i mezzi d'opera, i macchinari, il legname ed in genere gli impianti e le installazioni il cui uso è collettivo e generale.

1.15 Trattamenti superficiali

I cicli di verniciatura da adottare, in funzione sia del tipo di aggressione ambientale che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere, sono i seguenti:

- verniciature a base di resine epossidiche
- verniciature a base di resine poliesteri
- verniciature a base di resine poliuretaniche
- verniciature a base epossidiche e viniliche
- verniciature a base di cloro caucciù

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere metalliche con rivestimenti anti corrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura.

1.15.1 Verniciatura

Modalità di esecuzione dei lavori

I lavori di verniciatura saranno eseguiti a perfetta regola d'arte, con idonei materiali e con esperte maestranze.

In particolare, tutte le superfici da proteggere saranno preventivamente sottoposte ad un trattamento idoneo a rimuovere completamente da tutte le zone, ivi comprese quelle di difficile accessibilità, ossido, scorie residue dai cordoni di saldatura, incrostazioni e depositi di varia natura.

I lavori che la DD.LL. giudicherà non eseguiti a perfetta regola d'arte saranno rifatti o ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

1.15.1.1 Materiali

Tutti i prodotti di consumo, quali diluenti, vernici, solventi, ecc. potranno essere utilizzati soltanto se contenuti in confezioni sigillate, direttamente provenienti dalla fabbrica della Società produttrice delle vernici.

Le vernici, sia siano fornite già mescolate, o che siano fornite con gli ingredienti in recipienti separati, prima dell'uso, saranno preventivamente mescolate o miscelate al fine di renderle omogenee e di consistenza uniforme.

Durante l'applicazione saranno frequentemente agitate.

La diluizione, qualora necessaria, sarà fatta esclusivamente con il tipo di diluente consigliato dal fornitore di vernici e nella quantità raccomandata.

L'aggiunta di diluente dovrà avvenire durante il processo di miscelatura ad omogenizzazione delle vernici.

1.15.1.2 Applicazione del ciclo di verniciatura

Il lavoro di verniciatura sarà eseguito accuratamente impiegando mano d'opera specializzata.

Si dovranno particolarmente evitare colamenti, sgocciolamenti, ondulazioni ed altri difetti d'applicazione.

Il tipo di fondo e di finitura da usare ed il numero di strati da applicare saranno in accordo con la tabella seguente ed impiegando il prodotto secondo i consigli del Costruttore, fino al conseguimento di uno spessore minimo indicato ai punti successivi.

I supporti da verniciare saranno perfettamente asciutti e la temperatura ambiente non dovrà superare i 50 °C e non sarà inferiore a 5 °C.

Non si dovrà procedere alla verniciatura alla presenza di pioggia, nebbia, rugiada, vento e su superfici umide.

Per i cicli di verniciatura a più riprese di vernice si dovrà lasciar trascorrere tra l'applicazione di una mano e l'altra, il tempo necessario per il sufficiente indurimento della pellicola sottostante, affinché la stessa sia idonea a ricevere la successiva mano.

I colori di ciascuna ripresa saranno tra loro differenti onde permettere un primo controllo visivo.

Il film protettivo dovrà risultare perfettamente ancorato al supporto verniciato.

La preparazione sarà secondo Svnk Standard SIS 05.59.00.1967.

Tutte le superfici ferrose per le quali risulterà impossibile eseguire la sabbiatura, previa autorizzazione della DD.LL., saranno spazzolate secondo il grado St. 3 Svnk St. 05.59.00.1967.

Qualora si debbano effettuare a distanza di tempo dei ritocchi o dei rifacimenti, la superficie da ripristinare sarà trattata con opportuni preparati, in grado di provocare un parziale rinvenimento chimico del film di pittura.

Per quanto riguarda il sistema di trattamento e di preparazione delle superfici si rimanda alla tabella seguente.

1.15.2 Tipi di trattamento

Di seguito si riportano i cicli consigliati in funzione dell'ambiente di prova e del tipo di struttura da proteggere.

Campo d'impiego	Supporti e preparazione della superficie	Applicazione
Carpenteria, tubazioni e serbatoi	Sabbiatura commerciale SA2 o ST3	<i>Fondo anti corrosivo</i> I^ mano Primer zincante inorganico, con spessore a filo secco di 70 micron. II^ mano <i>Finitura</i> I^ mano Vernice al cloro caucciù puro, con spessore a filo secco di 40 micron II^ mano Vernice al cloro caucciù puro, con spessore a filo secco di 40 micron Spessore totale 150 micron
Macchine speciali e relative carpenterie (non a contatto con acqua)	Sabbiatura commerciale SA2½	<i>Fondo anti corrosivo</i> I^ mano Primer zincante inorganico, con spessore a filo secco di 70 micron. II^ mano ----- <i>Finitura</i> I^ mano Vernice epossivinilica, con spessore a filo secco di 80 micron II^ mano Vernice epossivinilica, con spessore a filo secco di 80 micron Spessore totale 230 micron
Macchine speciali e relative carpenterie a contatto con acqua	Sabbiatura commerciale SA2½	<i>Fondo anti corrosivo</i> I^ mano

Campo d'impiego	Supporti e preparazione della superficie	Applicazione
		Primer zincante inorganico, con spessore a filo secco di 70 micron. II^ mano ----- <i>Finitura</i> I^ mano Vernice epossidica al catrame, con spessore a filo secco di 120 micron II^ mano Vernice epossidica al catrame, con spessore a filo secco di 120 micron Spessore totale 310 micron
Quadri di potenza e controllo, con installazioni all'interno dei fabbricati	Sabbiatura commerciale SA2½	<i>Fondo anti corrosivo</i> I^ mano Primer zincante epossidico, con spessore a filo secco di 30 micron. II^ mano ----- <i>Finitura</i> I^ mano Vernice epossidica, con spessore a filo secco di 30 micron II^ mano Vernice epossidica, con spessore a filo secco di 30 micron Spessore totale 90 micron
Quadri di potenza e controllo, con installazioni all'esterno dei fabbricati	Sabbiatura commerciale SA2½	<i>Fondo anti corrosivo</i> I^ mano Primer zincante inorganico, con spessore a filo secco di 70 micron. II^ mano -----

Campo d'impiego	Supporti e preparazione della superficie	Applicazione
		<i>Finitura</i> I^ mano Vernice epossivinilica, con spessore a filo secco di 80 micron II^ mano Vernice epossivinilica, con spessore a filo secco di 80 micron Spessore totale 230 micron

1.15.2.1 Colori

I colori saranno a scelta dalla DD.LL.

1.15.2.2 Collaudi delle verniciature

Le verniciature saranno sottoposte ad appropriati collaudi, secondo UNI 4715 e DIN 53151, al fine di:

- verificare lo spessore complessivo degli strati applicati, con media di dieci misure campione entro una superficie di due metri quadri circa.
- continuità, con assenza di lesioni e porosità dello strato applicato.
- verificare composizione, diluizione, catalisi, ecc.

1.15.2.3 Garanzie sulle verniciature

L'Appaltatore garantirà che i rivestimenti saranno in tutto conformi alle presenti prescrizioni e garantirà che la durata del rivestimento protettivo sarà almeno di dodici mesi a partire dal certificato di fine lavori.

Durante questo periodo non si dovrà avere, sulle superfici verniciate, un arrugginimento superiore al grado Re2.

Entro tale periodo l'Appaltatore si deve impegnare a rifare la verniciatura, compresa la pulizia della superficie di acciaio, in tutti quei punti, e per l'entità richiesta, in cui esistono anomalie che non sono compatibili con la durata di detto rivestimento.

Tale rifacimento sarà effettuato interamente a carico dell'Appaltatore, nei termini di volta in volta notificati dalla Committente o dalla DD.LL.

1.15.3 Zincatura a caldo

La zincatura a caldo, ove prevista, sarà realizzata in accordo alla norma UNI 5744-66.

Il ciclo di processo della zincatura sarà:

- sgrassaggio delle superfici
- lavaggio delle superfici
- decapaggio acido delle superfici
- zincatura, con ricoprimento minimo di 450 g/m².

1.15.4 Materiali inox

In alternativa ai materiali ferrosi da verniciare o zincare, solo se non già espressamente richiesto dall'EPU, potranno essere utilizzati materiali in acciaio inox di opportuna composizione, tale comunque da essere compatibile con la corrosività che può derivare dall'ambiente circostante e dal tipo di utilizzo della struttura stessa.

La finitura esterna degli acciai inox sarà liscia, cioè priva di lavorazioni successive.

Solo nell'ipotesi che, le parti in vista degli acciai inox presentino evidenti segni delle lavorazioni, allora le superfici saranno "spazzolate".

Si ricorda che, comunque, tutta la bulloneria all'esterno sarà inox, rondelle e dadi compresi.

1.15.5 Saldature

- Mano d'opera -

Nei lavori di saldatura saranno impiegate maestranze specializzate ed esperte.

La DD.LL. potrà sottoporre, a suo insindacabile giudizio, il personale presentato dall'Appaltatore, ad una prova pratica e ad un esame.

1.15.5.1 *Esecuzione delle saldature*

Le saldature saranno eseguite con la massima cura ed a perfetta regola d'arte.

Le superfici sulle quali devono applicarsi saranno tenute accuratamente libere da ruggine o da altri ossidi, polle di laminazione, scaglie, vernici od altre impurità, in modo da presentare il metallo completamente nudo e pulito.

I cordoni di saldatura saranno formati da una successione di strati sovrapposti (passate) compenetranti intimamente l'uno nell'altro.

Il numero di passate, che sarà in relazione all'elemento da saldare, non sarà inferiore a due.

Lo spessore del materiale di apporto depositato da una passata non dovrà superare i 4 mm.

Ciascuna passata dovrà presentare una buona penetrazione marginale col metallo base e con la precedente passata; sarà priva di soluzione di continuità, fenditure, soffiature.

Prima di compiere la passata successiva si dovrà provvedere all'asportazione delle scorie mediante martelli leggeri e spazzole, in modo che il metallo risulti nudo e netto.

1.15.5.2 *Elettrodi*

Saranno impiegati esclusivamente elettrodi rivestiti, il cui metallo di apporto presenti caratteristiche metalliche analoghe a quelle del materiale base.

Il tipo di elettrodo / i da impiegare sarà preventivamente approvato dalla DD.LL.

1.16 Altre opere

Sono pure comprese e compensate nelle rispettive voci tutte le seguenti opere:

- Pulizia ed ingrassaggio di parti a contatto ed in scorrimento e filettature ossidatesi dal momento della presa in consegna e durante il montaggio, ed eventuali piccole riparazioni derivate da incidenti di trasporto od altro; esecuzione di tutti i collaudi elencati dagli articoli riguardanti il collaudo degli impianti, compresi il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie.
- Risarcimento alla Committente per spese che la stessa incontrerà per riparazioni di danni a strumenti, apparecchiature e lo stesso ad opere già eseguite; (tali danni saranno addebitati all'Impresa stessa alle condizioni richieste per il ripristino delle opere danneggiate).
- Protezione con mezzi idonei ed approvati dalla Direzione Lavori, delle apparecchiature e strumenti che potrebbero essere danneggiate sia in fase di montaggio sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni ed apparecchiature di processo.
- Allineamento e taratura degli strumenti anche se installati da altri.
- Esecuzione di tutti i collaudi d'isolamento e funzionamento con l'impiego, il trasporto, il montaggio e lo smontaggio di tutte le attrezzature necessarie che devono essere di fornitura dell'Installatore.
- Esecuzione di tutte quelle modifiche e rifacimenti conseguenti al mancato rispetto da parte dell'Impresa delle specifiche, norme disegni e ad errate operazioni di montaggio ed a necessità derivanti dalla mancata osservanza delle istruzioni impartite dall'incaricato della Committente.

2 NORME SULLE QUALITÀ ED ACCETTAZIONE PER TUBAZIONI INTERRATE.

2.1 Posa di cavi di energia e dei conduttori di terra.

2.1.1 Posa in opera.

2.1.1.1 *Profondità di posa di cavi d'energia*

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

- a) Nei luoghi con pericolo di esplosione e d'incendio: 60 cm;
- b) Nelle aree non pavimentate: 60 cm;
- c) Nelle aree pavimentate dei luoghi non pericolosi: 60 cm;
- d) Negli attraversamenti di strade, piazzali e ferrovie: 80 cm;
- e) Per i cavi a M.T.: 1,00 m.

2.1.1.2 *Profondità di posa dei conduttori di terra*

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

2.1.1.3 *Profondità di posa aumentata*

La profondità di posa potrà essere aumentata rispetto alla quota normale dove sia necessario per evitare incroci e per una buona sistemazione delle reti interrato, tuttavia sarà preferibile non scendere oltre 1,50 m e limitarsi al solo tratto indispensabile per evitare l'incrocio.

2.1.1.4 *Scavi*

Per la posa dei cavi interrati sarà realizzato uno scavo in trincea a sezione obbligata della profondità (quota) e larghezza idonee e secondo le prescrizioni particolari che, eventualmente, saranno date dalla Direzione Lavori all'atto dell'esecuzione.

Lo scavo avrà alla quota di progetto, una dimensione maggiore di almeno 0,30 m della larghezza della fascia dei cavi.

Gli scavi potranno essere eseguiti, ove ragioni particolari non lo vietino, con pareti a scarpata se è necessario al fine di evitare smottamenti o frane durante l'esecuzione dei lavori; dove questo non sarà possibile saranno realizzate sbadacchiature in legno o in acciaio delle pareti verticali.

Il fondo dello scavo sarà ben spianato, ricoprendo gli avvallamenti con terra battuta e ripulito di ogni asperità od oggetto che possa danneggiare i cavi durante e dopo la posa (sassi, radici, ceppaie, rottami ecc.).

Nel caso in cui, per ottenere la profondità di progetto, debba essere riportata della terra, essa sarà ben compatta.

2.1.1.5 Letto di posa

Prima di procedere alla posa dei cavi e dei conduttori di terra, sul fondo dello scavo sarà fatto il letto di posa ben livellato e dello spessore di 0,10 m ottenuto con sabbia pulita di cava o di fiume oppure con terra eventualmente prelevata dalla bocca dello scavo vagliata mediante crivello avente le maglie non superiori a 5 mm.

2.1.1.6 Posa

L'andamento dei cavi sarà leggermente sinuoso per evitare che a reinterro avvenuto non si abbiano dannose sollecitazioni a trazione causate da cedimenti o assestamenti del terreno.

2.1.1.7 Reinterro

I cavi e i conduttori di terra saranno ricoperti con sabbia o terra vagliata dalle caratteristiche come in precedenza. Lo strato di copertura sarà comparato ed avrà, a compattazione avvenuta, uno spessore di 0,15 m per i cavi e 0,10 m per i conduttori di terra, misurato sulla generatrice superiore del cavo di maggiore diametro.

Sulla copertura dei cavi e dei conduttori di terra sarà posata una protezione contro i danneggiamenti meccanici.

Essa sarà costituita da beole prefabbricate delle dimensioni unitarie massime di 0,25 m², confezionate con calcestruzzo avente resistenza a compressione non inferiore a 200 kg/ cm² tipo R-325 ed addizionato di ossido di ferro per ottenere la colorazione rossa, (almeno 5 kg di ossido di ferro ogni m³ di calcestruzzo) oppure da mattoni, in modo da costituire, agli effetti della protezione meccanica, una platea continua adattabile alla superficie sottostante, tale platea sposterà dalla fascia cavi di 10 a 15 cm.

Per i cavi aggiunti affianco a quelli esistenti, le beole o i mattoni saranno disposti in modo da armare una platea unica con quell'esistente.

Dopo aver realizzato la protezione dai danneggiamenti meccanici, lo scavo sarà riempito con terreno del tipo previsto in progetto, privo di ciottoli e di eventuali altri corpi estranei e ben compattato.

3 IMPIANTI ELETTRICI, SPECIALI, STRUMENTAZIONE, AFFINI E SISTEMA DI CONTROLLO - CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE

3.1 Livelli di tensione e caratteristiche del sistema di alimentazione

I livelli di tensione, con le tolleranze previste dalle norme adottate e le caratteristiche del sistema d'alimentazione saranno le seguenti:

- Energia elettrica, consegnata in Media Tensione
- Tensione nominale concatenata della distribuzione in
M.T. (con neutro isolato) 15 kV $\pm 5 \%$
- Frequenza nominale 50 Hz $\pm 2 \%$
- Potere di c.to c.to alle sbarre del quadro M.T.
(alla tensione nominale) 350 MVA
- Corrente convenzionale di guasto a terra lato M.T. 100 A
- Tempo di intervento delle protezioni lato M.T. ≤ 1 s
- Modo di collegamento a terra, sistema TN-S
- Sistema di conduttori attivi trifase a quattro fili

Per l'impianto in argomento, invece, è necessario riferirsi ai seguenti dati

- Tensione nominale concatenata della distribuzione in BT 400 V $\pm 10 \%$
- Tensione nominale stellata (a vuoto) della distribuzione in BT 230 V $\pm 10 \%$
- Frequenza nominale 50 Hz $\pm 2 \%$
- Sistema di conduttori attivi trifase a quattro fili
- Modo di collegamento a terra, sistema TN-S

I vari circuiti sono così alimentati:

- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle bobine 24 Vca $\pm 5 \%$
- Tensione dei circuiti ausiliari di comando delle segnalazioni 24 Vcc $\pm 5 \%$
- Tensione dei circuiti ausiliari di comando degli strumenti 220 Vca $\pm 2 \%$, da UPS
- Strumentazione e protezioni M.T. 220 Vca $\pm 2 \%$, da UPS

Fattore di potenza: l'impianto è garantito per un fattore di potenza medio mensile nel punto di

consegna pari o superiore a 0,95.

Gli strumenti hanno i seguenti segnali normalizzati:

- elettrici/elettronici, con segnale a corrente impressa $4 \div 20$ mA HART
- pneumatici 20 psi, con segnale $3 \div 15$ psi

Reti di comunicazione dei dati:

- ModBus TCP/IP
- Industrial Ethernet

3.2 Condizioni di progetto del sistema elettrico

3.2.1 Generalità

In qualsiasi ambito tecnico ed in particolare nel settore elettrico si impone, per realizzare impianti “a regola d’arte”, il rispetto delle normative di sicurezza che sono articolate in due tipologie di riferimento: le norme giuridiche e le norme tecniche.

La conoscenza delle norme e la distinzione tra norma giuridica e norma tecnica è pertanto il presupposto fondamentale per un approccio corretto alle problematiche degli impianti elettrici che devono essere realizzati conseguendo quel “livello di sicurezza accettabile” che non è mai assoluto, ma è, al progredire della tecnologia, determinato e regolato dal legislatore e dal Normatore.

3.2.2 Norme giuridiche

Le norme giuridiche sono tutte le norme dalle quali scaturiscono le regole di comportamento dei soggetti. Sono di norma obbligatorie e sono emesse dagli Organi legislativi nazionali ed europei.

In relazione all'organo che le emette si dividono in:

- Nazionali, Regionali, ecc., rientrano in questa categoria Leggi, DPR, Decreti legislativi,
- Ordinanze;
- Extranazionali o Comunitarie, rientrano in questa categoria Risoluzioni, Direttive,
- Raccomandazioni.

3.2.3 Norme tecniche

In settori particolari, quale ad esempio la sicurezza, caratterizzati da complessità tecnica e dalla necessità di continuo aggiornamento, le norme giuridiche non entrano nel merito di requisiti tecnici di dettaglio, ma rinviano per questi alle norme tecniche.

La norma tecnica è definita a livello europeo (norma UNI CEI EN 45020) come il “documento, prodotto mediante consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che fornisce, per usi comuni e ripetuti, regole, linee guida o caratteristiche, relative a determinate attività o ai loro risultati, al fine di ottenere il miglior ordine in un determinato contesto”.

La norma tecnica corrisponde alla migliore tecnologia disponibile e rappresenta la codificazione dei corrispondenti standard tecnici.

I campi di normazione sono i più disparati, in quanto spaziano dai materiali ai prodotti, dalle

macchine ai metodi generali.

Le norme tecniche non sono per loro natura obbligatorie: diventano obbligatorie nel momento in cui una legge o un'altra norma legislativa fa espresso riferimento ad esse.

La loro applicazione costituisce un metodo corretto per soddisfare norme di legge generiche, in quanto garantiscono un livello minimo di sicurezza per realizzare un impianto “a regola d’arte”.

Alla emanazione delle norme tecniche sono preposti appositi Enti di normazione.

Questi, per garantire la massima trasparenza e imparzialità, vedono la partecipazione di tutte le parti sociali interessate, quali i produttori, i consumatori, le autorità competenti.

In base all'ambito territoriale in cui operano, gli enti di normazione vengono distinti in internazionali, europei e nazionali; essi, per ragioni storiche, sono presenti con due organizzazioni diverse: una per il settore elettrico e una per tutti gli altri settori.

3.2.4 Disposizioni legislative nel settore elettrico

I principali provvedimenti legislativi che riguardano la sicurezza per la prevenzione infortuni, inerenti al settore elettrico, sono:

- Legge 13/07/1966 n° 615: Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e successivi regolamenti di esecuzione;
- Legge 01/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 18/10/1977 n° 791: Attuazione delle direttive del consiglio delle Comunità Europea relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione; Dlgs 25/11/1996 n° 626 e s.m.i.;
- DPR 27/4/1978 e s.m.i: Eliminazione barriere architettoniche;
- Direttiva 2014/30/UE, Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica;
- Direttiva 2014/35/UE, Direttiva Bassa Tensione;
- DPR 24/07/1996 n° 503: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- UNI EN ISO 7001: Segnaletica di sicurezza;
- D.Lgs 25/11/1996 n.626: Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- Decreto 22/1/08 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle

disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici;

- D.Lgs. 81/2008 Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della e sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 26/6/2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- D.L. 106/2017 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

3.2.5 La normativa tecnica

L'Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

- i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;
- il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica
- alla regola d'arte;
- i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

Si riportano a titolo esemplificativo alcune Norme:

- 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
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 31-87 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas
- CEI 31-88 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di polveri
- CEI 44-16 Sicurezza del macchinario - Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza

(Quadri bordo macchina)

- CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione- Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive
- CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-11 Impianti elettrici nei mobili
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-15 Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica
- CEI 64-17 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri
- CEI 64-19 Guida agli impianti di illuminazione esterna (Vedasi anche CEI 64-8 Sez. 714)
- CEI 64-21 Specifica tecnica relativa all'esecuzione di impianti adeguati all'utilizzo da parte di persone con disabilità o specifiche necessità negli ambienti residenziali
- CEI 64-50 Edilizia residenziale - Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati
- CEI 64-51 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei centri commerciali
- CEI 64-52 Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici
- CEI 64-100 Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti) Parte 3: Case unifamiliari, case a schiera ed in complessi immobiliari (residence)
- CEI 78-17 Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei clienti/utenti finali (per gli utenti con i requisiti semplificati è possibile applicare la CEI 0-15)
- CEI 79-3 Sistemi di allarme. Prescrizioni particolari per gli impianti di allarme intrusione
- CEI 79-83 Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza
- CEI 81-10 Protezione contro i fulmini.
- CEI 81-10/1: Principi generali;
- CEI 81-10/2: Valutazione del rischio; CEI 81-10/3: Danno materiale alle strutture e

pericolo per le persone.

- CEI 81-10/4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
- CEI 99-3 (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 100-7 Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi
- CEI 100-126 Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi (sicurezza)
- CEI 103-1 Impianti telefonici interni
- CEI 306-2 Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali
- UNI 1838 Illuminazione di emergenza
- UNI 9494-2 Progettazione e installazione dei sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio.
- Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI 11222 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo
- UNI 12464-1 Luce e illuminazione dei posti di lavoro interni
- UNI 12464-2 Luce e illuminazione dei posti di lavoro esterni
- UNI 15232 Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici (vedere anche guida CEI 205-18)
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) (Seconda edizione, febbraio 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) (seconda edizione, febbraio 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.

- CEI EN 61439-3 (prima edizione, novembre 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 61439-4 (prima edizione, agosto, 2013) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature in cantieri edili.
- CEI EN 61439-5 (prima edizione, dicembre 2011) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 5: prescrizioni particolari per apparecchiature di distribuzione in reti pubbliche
- CEI EN 61439-6 (prima edizione, agosto 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Prescrizioni particolari per condotti sbarre
- CEI EN 61439-7 (Prima edizione febbraio 2014) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 7: Prescrizioni per applicazioni particolari quali i campeggi, darsene, supermercati, per caricabatterie dei veicoli elettrici ecc...Successive numerazioni sono ad oggi in fase di redazione in ambito internazionale.
- CEI EN 62208 (seconda edizione, febbraio 2012) Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione. Prescrizioni generali.
- CEI EN 50274 (prima edizione, settembre 2002) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Protezione contro le scosse elettriche. Protezione dal contatto diretto accidentale con parti pericolose.
- CEI 17-43 (seconda edizione, agosto 2000) Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per la apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)
- CEI 17-86 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Guida per la prova in condizioni d’arco dovuto ad un guasto interno
- Guida CEI 17-97/1 Apparecchiatura a bassa tensione – Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti – Parte 1: Applicazione delle caratteristiche nominali di cortocircuito
- CEI 23-51 (prima edizione, aprile 2016) prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare (due versioni precedenti come norma sperimentale nel 1996 e nel 2004)
- CEI 23-49 (prima edizione marzo 1996 varianti V1, dicembre 2001 e V2, giugno 2003)

Involucro per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari

3.2.6 Marcatura CE e marchi di conformità

Il Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 626 relativo all'attuazione della direttiva 93/68/CEE ha introdotto anche in Italia l'obbligo della marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione, generando talvolta confusione tra marcatura e marchiatura.

La marcatura CE è applicata dallo stesso costruttore (importatore o mandatario) che ha costruito e/o messo in commercio il materiale in Europa. L'apposizione della marcatura CE si effettua in alternativa, sul prodotto, sull'imballo, sulle avvertenze d'uso, sulla garanzia ecc. e deve essere visibile, leggibile e indelebile.

La marcatura CE è obbligatoria e indica espressamente la rispondenza di quel prodotto ai requisiti essenziali di tutte le direttive europee che lo riguardano e che costituiscono l'unico vincolo tecnico obbligatorio.

È lo stesso costruttore che stabilisce per il suo materiale l'applicabilità dell'una e/o dell'altra direttiva.

La marchiatura invece, può essere richiesta dal costruttore, per alcuni prodotti di grande serie, a specifici enti (in Italia all'Istituto per il Marchio di Qualità IMQ).

Il marchio IMQ è previsto per materiale elettrico destinato ad utenti non addestrati e, per fornire ad essi la massima garanzia, viene concesso a determinate condizioni, in particolare:

- riconoscimento dei sistemi di controllo e di qualità del costruttore;
- approvazione del prototipo con prove di tipo;
- controllo della rispondenza della produzione al prototipo, su campioni prelevati dal mercato.

L'aver sostenuto una serie di prove secondo la normativa europea presso un laboratorio riconosciuto per ottenere il marchio di qualità, abilita alla concessione del marchio presso un altro paese CEE senza la necessità di prove supplementari.

Il Marchio di qualità coesiste con la marcatura CE e nel caso quest'ultima preveda l'avvallo di enti terzi, l'istituto del Marchio può rivestire tale funzione.

Il marchio attesta la conformità alle norme tecniche e si rivolge al mercato, mentre la marcatura CE attesta la conformità ai requisiti essenziali delle direttive europee e si rivolge prevalentemente all'autorità di controllo e/o giudiziaria.

3.3 Cadute di tensione

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

ELEMENTO DEL SISTEMA	Pos.	FUNZIONAMENTO	DELTAVI
Nei cavi d'alimentazione dei motori	1	Con motore funzionante alla potenza nominale	4%
Ai morsetti dei motori avviamenti in corto circuito	2	Durante l'avviamento ⁽³⁾	25%
Nelle sbarre dei quadri d'alimentazione	3	Durante l'avviamento del motore più grosso ⁽⁴⁾	15%
Nei cavi d'alimentazione dei quadri luce	4	Con il carico massimo previsto	3%
Nei cavi d'alimentazione dei quadri I/O remoto	5	Con il carico massimo previsto	3%

³ - NOTA

- La tensione disponibile ai morsetti dei motori durante l'avviamento, sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento dei motori, anche a pieno carico se richiesto, senza danno ai motori stessi.
- Il valore massimo del 25% deve intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle sbarre dei quadri di alimentazione dei motori stessi.
- Per i motori a media tensione, la tensione necessaria ai morsetti durante l'avviamento sarà generalmente superiore al 75%, pertanto le condizioni di avviamento saranno oggetto di verifica caso per caso. Sarà comunque soddisfatta la condizione di cui al precedente punto a) di questa nota.

⁴ - NOTA

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

- I cavi per l'alimentazione di trasformatori avranno una portata non inferiore alla corrente nominale dei trasformatori.
- I cavi di alimentazione di un sistema di sbarre unico avranno una portata non inferiore alla massima richiesta di corrente prevista sulle sbarre stesse.
- I cavi di alimentazione di un sistema di sbarre a più sezioni, unite da congiuntori, avranno una portata tale da poter supportare la massima richiesta di carico anche con un'alimentazione fuori servizio.
- I cavi di alimentazione dei motori avranno una portata non inferiore alla corrente nominale dei motori.
- Tutti i rimanenti cavi non compresi nelle posizioni precedenti, avranno una portata non inferiore alla massima richiesta di corrente di durata non inferiore a un'ora.

⁴ A temperature più basse è ammissibile un'umidità relativa più elevata (p.e. 90 % a + 20 °C)

⁴ Secondo l'esperienza è possibile avere punte del 100 %

3.4 Criteri di distribuzione dell'energia elettrica e requisiti di sicurezza degli impianti

3.4.1 Criteri di distribuzione dell'energia elettrica

L'energia elettrica in bassa tensione sarà distribuita a partire dal quadro generale di bassa tensione installato nella sala quadri denominato PWC.

I carichi elettrici saranno concentrati tutti nei quadri elettrici distribuiti nei vari locali dell'impianto; da qui dovranno partire tante linee di potenza, singolarmente protette, quante sono le utenze da alimentare.

Le linee saranno in cavo con grado d'isolamento 0,6/1 kV.

3.4.2 Requisiti di sicurezza degli impianti

Seppure gli impianti siano situati in una zona a forte umidità si ritiene che le macchine in normale funzionamento, per loro dispersione termica, siano in grado di mitigare tali ambienti durante il periodo invernale.

3.5 Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture

3.5.1 Cavi di potenza e di segnalazione

I cavi sono di tipo flessibile aventi il requisito di non propagazione dell'incendio come da Norme CEI in vigore e secondo CEI UNEL 35016.

In particolare sono previsti i seguenti tipi:

Per i circuiti di potenza e segnali digitali, cavo tipo FG16(O)R16 le cui caratteristiche sono:

- Norme CEI CEI UNEL 35016, CEI 20-13, CEI 20-67
CEI 20-38, CEI 20-37
- Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5
- Grado di isolamento: 0,6/1 kV
- Materiale isolamento: Gomma ad alto modulo, di qualità G16
- Guaina Colore esterna: PVC qualità Rz
- Temperatura caratteristica: 90 °C
- Allungamento a rottura minimo: 200 %
- Sezioni nominali disponibili unipolari: 1,5, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400 mm²
- Sezioni nominali disponibili bipolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35 mm²
- Sezioni nominali disponibili tripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sezioni nominali disponibili quadripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sez. nom.li disponibili pentapolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Marchio di qualità Si

I fili componenti i cavi multipolari avranno la seguente colorazione:

Formazione	Colori
Bipolari	Nero, Blu chiaro
Tripolari	Marrone / Nero / Grigio
Quadripolari	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio
Pentapolari	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro

Per i circuiti di potenza sotto inverter e segnali analogici, cavo tipo FG16(O)H2R16 le cui caratteristiche sono:

- Norme CEI CEI UNEL 35016, CEI 20-13, CEI 20-67
CEI 20-38, CEI 20-37
- Grado di isolamento: 0,6/1 kV
- Materiale isolamento: Gomma ad alto modulo, di qualità G16
- Guaina Colore esterna: PVC qualità Rz
- Schermo Treccia di fili di rame rosso
- Temperatura caratteristica: 90 °C
- Allungamento a rottura minimo: 200 %
- Sezioni nominali disponibili unipolari: 1,5, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400 mm²
- Sezioni nominali disponibili bipolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35 mm²
- Sezioni nominali disponibili tripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sezioni nominali disponibili quadripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sez. nom.li disponibili pentapolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Marchio di qualità Si

I fili componenti i cavi multipolari avranno la seguente colorazione:

Formazione	Colori
Bipolari	Nero, Blu chiaro
Tripolari	Marrone / Nero / Grigio
Quadripolari	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio
Pentapolari	Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu chiaro

3.5.2 Criteri di dimensionamento

I circuiti e le condutture saranno dimensionati seguendo i seguenti criteri:

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

3.5.3 Condizioni d'esercizio

3.5.3.1 Tensione

I circuiti e le condutture dovranno avere una seconda guaina esterna isolante e saranno adatte ad un gradino in più di quella che è la tensione nominale d'esercizio, in questo modo si potrà ritenere il cavo di classe 2, in quanto del tipo a doppio isolamento e con livello di tensione maggiore di un gradino rispetto a quello necessario, ne consegue che il cavo potrà essere posato a vista; l'eventuale protezione meccanica, necessaria entro i 2,5 m dal piano di calpestio, sarà eseguita tramite tubi d'acciaio zincato filettabile di tipo scordonato.

3.5.3.2 Corrente

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

3.5.3.3 Portate

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

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

3.5.3.4 Temperatura ambiente

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

3.5.3.5 *Conduttori in parallelo*

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

3.5.3.6 *Compatibilità*

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

3.5.3.7 *Accessibilità*

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

3.5.4 Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa

Il dimensionamento dei cavi sarà determinato principalmente da:

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

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

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

La possibilità di smaltimento del calore sarà determinata:

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

Dall'esame dei fattori sopra indicati risulta che:

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

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

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

3.5.4.1 Portata dei cavi

La portata dei cavi sarà prevista nei seguenti modi:

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

I cavi dovranno sopportare senza danno, le sollecitazioni termiche, tenendo conto della max.

potenza di c.to c.to.

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

3.5.4.2 *Influenze esterne*

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

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

3.5.4.3 *Identificazione*

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

3.5.4.4 *Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.*

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

3.6 **Criteri di posa dei circuiti e delle condutture**

3.6.1 Criteri di posa

I circuiti e le condutture saranno dimensionati seguendo i seguenti criteri:

3.6.1.1 *Lavori preliminari alla posa*

I cavi saranno manipolati e posati con molta cura.

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

3.6.1.2 *Requisiti di posa*

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

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

I cavi non saranno posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura a meno che essi siano del tipo speciale resistente al calore e non soggetti allo stillicidio o al getto di liquidi caldi o corrosivi. Qualora non sia possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, saranno adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo non i cavi per evitare di diminuire la portata.

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

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

- dello stesso tipo e sezione,
- seguiranno percorsi paralleli eventualmente con trasposizioni in modo che la lunghezza sia uguale,
- avranno organi di giunzione e terminazioni uguali ed installati in modo analogo,
- saranno convenientemente amarrati per resistere alle sollecitazioni derivanti dal corto circuito.

I tipi di cavi e la loro installazione saranno in conformità con le Norme assunte e con i documenti di progetto.

3.6.1.3 Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa

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

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

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

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

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

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

3.6.1.4 Temperatura di posa

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

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

3.6.1.5 Raggio di curvatura

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

R 8 (D+d) - cavi unipolari non schermati;

- cavi multipolari non armati e non provvisti di guaina metallica (Pb oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri ma provvisti di guaina metallica (Pb oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri ma non provvisti di guaina met.ca (Pb oppure Al);

R 10 (D+d) - cavi unipolari armati;

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

R 20 D - conduttori in terra, nudi e isolati;

R 5 D - cavi con isolamento minerale;

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

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

$d = 1,3 S$ (in mm), dove S (in mm^2) è la sezione del conduttore.

3.6.1.6 Supportazione dei cavi

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

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

3.6.2 Giunzioni e terminazioni

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

3.6.2.1 Requisiti generali

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

- a) Saranno eseguite in modo da ripristinare il grado d'isolamento del cavo al suo valore nominale.
- b) Per l'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi schermati con un nastro o una treccia sull'isolante (gomma butilica, PVC, ecc.) sarà asportato lo strato semi conduttore, eventualmente presente, per tutta la lunghezza di anima della quale si sarà asportato lo schermo metallico. L'asportazione sarà accurata in modo da non lasciare la minima traccia.
- c) I materiali impiegati saranno equivalenti e compatibili, agli effetti delle sollecitazioni dell'ambiente d'installazione, a quelle dei cavi cui sono associate.

3.6.2.2 Terminazioni

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi saranno tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi. Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.

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

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

Se più terminazioni si trovano vicine, esse saranno collegate tra loro e la messa a terra sarà comune.

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

3.6.2.3 Terminazione e giunzione dei singoli conduttori

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

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

- a) Conduttori flessibili fino a 6 mm², usando un canotto a compressione.

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

- b) Conduttori rigidi fino a 10 mm².

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

- c) Conduttori flessibili oltre 6 mm² o rigidi oltre 10 mm².

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

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

- d) Conduttori di terra a filo o cordati.

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

Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.

- e) Conduttori di terra a piattina.

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

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

3.6.2.4 Identificazione dei cavi direttamente interrati

I cavi direttamente interrati saranno identificati dal "numero del cavo" indicato nei documenti di progetto.

I numeri dei cavi saranno stampigliati su fascette in metallo o materiale plastico, resistente alla corrosione; potranno essere accettate fascette di plastica appositamente studiate, purché preventivamente approvate e sulle quali i numeri siano stampigliati in rilievo.

Le fascette saranno applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 8 m, in corrispondenza di ogni giunzione dei punti d'entrata e di uscita dai percorsi principali, e all'inizio e alla fine del percorso.

3.6.2.5 Identificazione dei cavi posati aerei

- a) I cavi aerei quando posati singolarmente, come ad esempio su fune, in vista su parete ecc., saranno identificati come sopra indicato. Le fascette saranno applicate ai cavi almeno all'inizio e alla fine del percorso.
- b) I cavi aerei, quando posati in raggruppamenti, come ad esempio su passerella, su fune, in vista su parete, ecc., saranno identificati come sopra indicato.

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

3.6.2.6 Identificazione dei cavi posati in tubi

- a) I cavi quando posati in tubi interrati e quando posati in tubi singolarmente installati aerei o su parete, saranno identificati come sopra indicato. Le fascette d'identificazione dei cavi saranno applicate ai tubi o alle condotte all'inizio e alla fine del percorso o negli eventuali pozzetti rompitratta; le fascette saranno applicate anche, quando possibile, ai cavi entranti e uscenti dai tubi e dalle condotte.
- b) I cavi, quando posati in condotte e in tubi aerei che si trovano raggruppati in fasci o rastrelliere in modo tale da essere difficile l'individuazione di ogni singolo tubo o condotta, saranno identificati come sopra indicato.

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

3.6.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi “aerei” in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti

Sono considerate pose aeree le seguenti modalità di posa:

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

3.6.3.1 *Materiale di supportazione*

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

In particolare, il materiale ferroso sarà zincato a caldo per immersione in conformità con le Norme CEI 7-6 o con analogo trattamento.

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

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

- 50 kg/m² di carico uniformemente distribuito;
- 80 kg di carico concentrato oltre al carico uniformemente distribuito, senza che la freccia superi 1/300 del passo di supportazione.

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

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

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

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

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

3.6.3.2 Requisiti di posa

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

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

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

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

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

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

- a) ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- b) ad intervalli non superiori a 10 m;
- c) all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.

I cavi, quando posati su passerelle, cunicoli non riempiti o canalette, verticali o in ogni modo inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, saranno fissati almeno nei seguenti punti:

- a) all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato;
- b) ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- c) ad intervalli non superiori a 1,0 m

3.6.3.3 Attraversamenti

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

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

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

3.6.4 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie o metalliche

3.6.4.1 *Materiale di supportazione*

I cavi saranno fissati direttamente su opere murarie o metalliche per mezzo di graffette; dove è richiesta una protezione meccanica, i cavi potranno essere infilati in tubo o schermati con altri accessori idonei. Il tipo di graffetta usata sarà in funzione del diametro del cavo, mentre la lunghezza del chiodo sarà in funzione della consistenza dell'opera muraria.

Potranno essere usati bulloni a zanca e viti e in corrispondenza di opere poco consistenti potranno essere necessari tasselli di legno, piombo o ad espansione. I chiodi portanti le graffette verranno infissi al di sotto del cavo in modo che il loro allentamento non pregiudichi la stabilità del cavo.

Requisiti di posa

Il percorso dei cavi sarà orizzontale o verticale e non si dovranno mai compiere, salvo casi eccezionali, percorsi obliqui.

Attraversamenti

Negli attraversamenti di pareti o solette, i cavi saranno infilati in tubo per consentire l'eventuale sfilaggio. Su entrambi i lati, il tubo sarà munito di boccale terminale.

Posa cavi su fune d'acciaio

I cavi saranno fissati con fascette o con ganci e fibbie; il fissaggio sarà tale da impedire scorrimenti del cavo.

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

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

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

3.6.5 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi

Requisiti di posa dei cavi

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

Per facilitare l'infilaggio dei cavi e dei fili nei tubi potranno essere impiegati del talco o degli appositi prodotti; la vaselina neutra potrà essere impiegata solo per l'infilaggio di cavi con guaina esterna in Pb.

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

3.6.5.1 Requisiti di posa dei tubi

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

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

3.6.5.2 Tubi metallici

- Zincati

3.6.5.3 Tubi in cloruro di polivinile - PVC

- Tipo leggero

Dovranno venire impiegati per impianti di tipo civile sottotraccia.

- Tipo pesante

Dovranno avere le stesse dimensioni dei tubi zincati; i tubi saranno impiegati per impianti stagni dove avrà importanza la protezione contro corrosione oltre ad una certa protezione meccanica.

3.6.5.4 Curve e raggi di curvatura

- a) Nei tubi d'acciaio zincato, le curve saranno realizzate in modo da non alterarne il diametro interno da non provocare incrinature. I raggi di curvatura non saranno inferiori ai seguenti:

Grandezza del tubo	Per cavi senza guaina di Pb		Per cavi con guaina di Pb	
	mm	inch	mm	inch
¾"	100	4"	150	6"
1"	125	5"	200	8"
1"½	150	6"	275	11"
2"	250	10"	400	16"
3"	300	12"	525	21"
4"	600	24"	1000	40"
5"	750	30"	1275	50"
6"	900	36"	1550	61"

Le curve saranno realizzate per piegatura diretta con macchina apposita.

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

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

- b) Per i tubi d'acciaio di spessore 1 mm di norma si dovranno usare le curve stampate;
- c) Per i tubi in PVC tipo pesante le curve saranno eseguite con raggio minimo uguale a quello dei tubi d'acciaio zincati di pari sezione;
- d) Per i tubi in PVC di tipo leggero è preferito l'uso di curve apposite;

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

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

Per i tubi d'acciaio zincato non filettabile o in PVC non dovrà esserci di norma più di una curva a 90°, fra due scatole contigue.

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

Tubo d'acciaio zincato:

- interposizione nei punti opportuni di curve aperte (es. tipo LBH- LBD);
- curve in tubo con due raccordi a tre pezzi smontabili al momento dell'infilaggio;
- cassetta d'infilaggio;
- maggiorazione del diametro del tubo.

Tubi d'acciaio zincato non filettabile o PVC filettabile;

- impiegando scatole rompitratta

3.6.5.5 Coefficienti di riempimento

Il diametro interno dei tubi sarà normalmente compreso tra 1,4 volte e 1,5 volte il diametro della circonferenza circoscrivibile al fascio dei cavi da infilare, composto disponendo i cavi in modo da rendere minima la sezione circolare limitata da detta circonferenza.

Per tratti lunghi di tubo, con diametro interno uguale a quello sopra indicato, dovrà comportare il declassamento termico del cavo.

3.6.5.6 Parallelismi e giunzioni

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

a) interassi tra tubi d'acciaio zincato filettabile.

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

- b) I tubi in PVC filettabile o d'acciaio zincato non filettabile, se incassati, potranno essere posati affiancati fino a contatto; mentre se a vista saranno posati a distanza tale da consentire il singolo staffaggio di ogni tubo.
- c) I giunti con manicotto o raccordi a tre pezzi su tubi paralleli saranno sfalsati in modo da avere lo spazio necessario per un facile montaggio o smontaggio. Nel caso in cui i tubi per esigenze di posa debbano essere allineati, si dovrà avere cura di usare interassi tali da consentire in ogni caso lo smontaggio del giunto.
- d) Negli impianti antideflagranti saranno impiegati normalmente raccordi del tipo compensatore di dilatazione, tranne quando siano interposti fra apparecchiature vicine e rigidamente collegate fra di loro e quando siano impiegati su sospensioni di lampade.
- e) Le giunzioni di barre di tubo d'acciaio zincato filettabile saranno normalmente eseguite con manicotti UNI 339; con il manicotto avvitato a fondo non dovranno esserci sulle due canne filetti scoperti.

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

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

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

3.6.5.7 Terminazioni dei tubi metallici filettabili

Nel caso in cui un tubo termini in un'apparecchiatura sarà sempre collegato mediante raccordo a tre pezzi.

Nel montaggio di scatole o cassette di derivazione si useranno raccordi a tre pezzi in quantità uguale al numero degli imbocchi impegnati meno uno e, in ogni caso, in un tratto di tubo fra due scatole o cassette dovrà esserci sempre un raccordo a tre pezzi.

Nelle cassette dove entreranno ed usciranno più tubi su uno stesso lato saranno disposti raccordi a tre pezzi su ogni tubo.

Nel caso in cui un tubo d'acciaio zincato termini in un armadio o in un cassone di lamiera, esso sarà collegato mediante dado e controdado terminale e sarà terminato con una boccola terminale (bushing).

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

3.6.5.8 Protezione delle filettature

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

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

3.6.5.9 Terminazioni dei tubi metallici non filettabili

Nel caso in cui un tubo termini in un'apparecchiatura sarà sempre collegato mediante specifico raccordo.

Nel montaggio di scatole o cassette di derivazione si useranno specifici raccordi in quantità uguale al numero degli imbocchi impegnati.

I tubi che terminino liberi, dovranno avere una boccola terminale di materiale plastico.

3.6.5.10 Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi

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

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

a) Supportazione di tubi

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

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

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

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

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

b) Tubi su più strati

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

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

c) Raccordi a tre pezzi

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

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

3.6.5.11 *Requisiti di posa interrata dei tubi porta cavi in acciaio*

Tutti i tubi porta cavi in acciaio, posati interrati saranno annegati in massello di calcestruzzo "rosso" avente una resistenza a compressione non inferiore a 200 kg/cm² tipo R 325 ed addizionato ad ossido di ferro al fine di ottenere la colorazione rossa, nella misura di 3 kg ogni m³ di calcestruzzo.

a) Il fondo dello scavo, dove si farà il massello, sarà livellato e se il terreno è sospetto di cedimento si dovrà provvedere all'esecuzione di opere di consolidamento e di bonifica o semplicemente all'esecuzione di uno strato di calcestruzzo armato, se necessario.

b) Prima di eseguire il getto di calcestruzzo, i tubi saranno opportunamente amarrati in modo da rispettare i parallelismi e gli interassi indicati più avanti.

I distanziatori e i sostegni fra letto di posa e primo strato e fra questo e i successivi saranno disposti ogni 2 o 3 m e sfalsati in modo da consentire un buon riempimento di calcestruzzo nel vano fra i tubi senza che i tubi si possano flettere sotto la massa del getto.

I distanziatori non sporgeranno dal massello in calcestruzzo.

Fra due tubi dello stesso piano sarà tenuto un interasse di circa 60 mm, in modo da consentire il riempimento di calcestruzzo, come indicato nella tabella seguente:

Grandezza del tubo	¾" - 1"	1½" - 2"	3"	4"	5" - 6"
¾"	90 mm	110 mm	120 mm	120 mm	140 mm
1"	100 mm	110 mm	130 mm	130 mm	150 mm
1½" - 2"		120 mm	140 mm	140 mm	180 mm
3"			150 mm	150 mm	200 mm
4"				200 mm	200 mm

5" - 6"					200 mm
---------	--	--	--	--	--------

Fra uno strato di tubi e il superiore sarà tenuta una distanza di almeno 60 mm fra la quota superiore del tubo maggiore dello strato inferiore e il piano di posa del secondo strato.

- c) Tutti tubi in acciaio posati interrati saranno tappati per evitare l'ingresso di corpi estranei durante la posa e le successive fasi di lavoro.
- d) In ogni tubo sarà infilato un filo pilota d'acciaio zincato non inferiore a 2 mm di diametro.
- e) Prima d'infilare i cavi e durante il recupero del filo pilota, sarà fatto passare in tutti i tubi un apposito scovolo allo scopo di asportare eventuali corpi estranei.
- f) Curve; tutte le curve interrate saranno in ogni caso eseguite con il raggio massimo consentito dagli ingombri e dalle coordinate di posa.

Le curve per tubi uscenti da terra saranno complete nella parte interrata, in modo che il tubo possa uscire da terra in verticale a piombo.

- g) Raccordi a tre pezzi e manicotti, nei tubi interrati non saranno impiegati raccordi a tre pezzi.

Tutti gli accoppiamenti tra canne di tubo saranno eseguiti con manicotti.

Nella posa di tubi annegati in calcestruzzo, potranno essere impiegati manicotti cilindrici, come pure per gli impianti antideflagranti a prova di esplosione (AD-PE).

3.6.5.12 Requisiti di posa sottotraccia di tubi

I tubi sotto traccia saranno sempre posati secondo il percorso più breve fra le scatole o apparecchiature da collegare.

Prima di eseguire la richiusura della traccia i tubi saranno fissati per punti con malta di cemento in modo da assicurare la stabilità del tubo nelle successive fasi di lavoro.

La quota massima d'ingombro del tubo sarà almeno 20 mm sotto al piano rustico della parete, pavimento o soffitto.

3.6.5.13 Requisiti di posa dei tubi-guaina flessibili

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

3.6.6 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti

Nel progetto in argomento questo tipo di posa non è previsto.

3.6.7 Incroci fra cavi elettrici

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

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

3.6.8 Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione

Negli incroci, i cavi di energia saranno di regola situati inferiormente; la distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente sarà di 30 cm. I cavi posati superiormente saranno infilati in tubi di acciaio o in tubi in PVC in massello di calcestruzzo per un tratto di almeno 1 m e comunque per un tratto di 50 cm oltre la zona di interferenza.

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

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

3.6.9 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate

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

Inoltre tra cavi e tubazioni sarà interposta una protezione dai danneggiamenti metallici.

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

3.6.10 Elenchi dei cavi

I singoli cavi necessari sono sommariamente indicati nella lista di dettaglio in progetto.

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

3.6.11 Tipologia dei cavi elettrici

3.6.11.1 Cavi tipo FG16(O)R16 0,6-1, per tensioni di esercizio fino a 1 kV

I cavi sono di tipo flessibile aventi il requisito di non propagazione dell'incendio come da Norme CEI in vigore e secondo CEI UNEL 35016.

In particolare sono previsti i seguenti tipi:

Per i circuiti di potenza e segnali digitali, cavo tipo FG16(O)R16 le cui caratteristiche sono:

- Norme CEI CEI UNEL 35016, CEI 20-13, CEI 20-67
CEI 20-38, CEI 20-37
- Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5
- Grado di isolamento: 0,6/1 kV
- Materiale isolamento: Gomma ad alto modulo, di qualità G16
- Guaina Colore esterna: PVC qualità Rz
- Temperatura caratteristica: 90 °C
- Allungamento a rottura minimo: 200 %
- Sezioni nominali disponibili unipolari: 1,5, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400 mm²
- Sezioni nominali disponibili bipolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35 mm²
- Sezioni nominali disponibili tripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sezioni nominali disponibili quadripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sez. nom.li disponibili pentapolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Marchio di qualità Si

Sarà provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova d'Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

3.6.11.2 Cavi schermati tipo FG16(O)H2R16 0,6-1, per tensioni di esercizio fino a 1 kV

I cavi sono di tipo flessibile aventi il requisito di non propagazione dell'incendio come da Norme CEI in vigore e secondo CEI UNEL 35016.

In particolare sono previsti i seguenti tipi:

Per i circuiti di potenza sotto inverter e segnali analogici, cavo tipo FG16(O)H2R16 le cui caratteristiche sono:

- | | |
|--|--|
| • Norme CEI | CEI UNEL 35016, CEI 20-13, CEI 20-67
CEI 20-38, CEI 20-37 |
| • Grado di isolamento: | 0,6/1 kV |
| • Materiale isolamento: | Gomma ad alto modulo, di qualità G16 |
| • Guaina Colore esterna: | PVC qualità Rz |
| • Schermo | Treccia di fili di rame rosso |
| • Temperatura caratteristica: | 90 °C |
| • Allungamento a rottura minimo: | 200 % |
| • Sezioni nominali disponibili unipolari: | 1,5, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400 mm ² |
| • Sezioni nominali disponibili bipolari: | 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35 mm ² |
| • Sezioni nominali disponibili tripolari: | 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm ² |
| • Sezioni nominali disponibili quadripolari: | 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm ² |
| • Sez. nom.li disponibili pentapolari: | 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm ² |
| • Marchio di qualità | Si |

Sarà provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova d'Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

3.7 Dispositivi di protezione delle condutture

3.7.1 Condizioni generali di protezione dei conduttori

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

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

- il regime permanente che può dare luogo a temperature che la conduttura deve sopportare per tempi indefiniti.
- il regime di sovraccarico che può dare luogo a temperature che nel giro di qualche ora porterebbero al rapido deterioramento del cavo se non fossero interrotte tempestivamente.

- il corto circuito sarà invece interrotto in tempi brevissimi, dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante il quale si possono ammettere temperature maggiori.

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

Le temperature caratteristiche dei cavi sono sintetizzate nella seguente tabella.

Tipo di isolante (denominazione comune)	Temperatura massima di esercizio °C	Temperatura massima di sovraccarico °C	Temperatura massima di corto circuito °C
G1b (gomma)	75	120	200
EI2 (gomma)	180	330	350
G5 (EPR)	90	150	350
G7 (HEPR)	90	150	250
G9 nota	90	150	250
G10 nota	90	150	250
TI2 (PVC)	70	110	150
R2 (PVC)	70	110	160
TI3 (PVC)	70	110	160
TI4 (PVC)	70	110	160

3.7.2 Casi nei quali può essere omessa la protezione dal sovraccarico

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

- condutture che sono derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate.
- condutture che alimentano utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, quali resistenze.
- condutture che alimentano apparecchi con proprio dispositivo di protezione che garantiscono anche la protezione della conduttura di alimentazione.

- d) condutture che alimentano motori quando la corrente assorbita dalla linea con rotore bloccato non supera la portata I_z .
- e) conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.
- f) condutture dei circuiti di telecomunicazione, segnalazione e simili.

3.7.3 Casi nei quali si raccomanda di non proteggere dal sovraccarico

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

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

3.7.4 Condizioni generali di protezione dal corto circuito

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

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

3.7.5 Valori dell'energia specifica passante dei conduttori

Le norme in vigore prescrivono che l'energia specifica passante lasciata passare dall'interruttore durante il c.to c.to non superi il valore espresso dalla relazione:

$$\int_0^t [i(t)]^2 K^2 S^2 = \text{integrale di Joule}$$

dove K è una costante che vale 115 per i conduttori isolati in PVC, vale 135 per i conduttori isolati in gomma G2 e vale 143 per i conduttori isolati in gomma G5 o maggiore e per i conduttori isolati in polietilene reticolato EPR; sviluppando questa relazione si ottengono i valori massimi ammissibili in $(A^2s) \cdot 10^3$ dell'integrale di Joule.

Isolamento dei cavi di rame			
Sezione mm ²	PVC K = 115	Gomma G2 K = 135	Gomma G5 o polietilene (EPR) K = 143
1	13,2	18,2	20,4
1,5	29,7	41	46
2,5	82,5	113	128
4	211,6	291	328
6	476,1	656	737
10	1.322	1.822	2.045
16	3.385	4.665	5.235
25	8.265	11.390	12.781
35	16.200	22.325	25.050
50	33.062	45.562	51.126
70	64.802	89.302	100.200
95	119.335	164.480	184.553
120	190.440	263.440	294.466
150	297.562	410.062	460.102
185	452.625	625.750	699.867
240	761.760	1.049.760	1.177.863

3.7.6 Verifica dell'integrale di Joule

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

3.8 Dispositivi automatici ad interruttore

3.8.1 Norme di riferimento

Due sono le norme tecniche che riguardano gli interruttori automatici:

- CEI EN 60898 (CEI 23-3; IV edizione)

Questa norma si applica agli interruttori automatici per impianti domestici e similari, destinati ad essere utilizzati da persone non addestrate, per il funzionamento a frequenza 50-60 Hz, tensione nominale non superiore a 400 V, corrente nominale a 125 A e potere d'interruzione fino a 25 kA.

- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5; V edizione)

Questa norma si applica per gli interruttori automatici per impieghi industriali, con tensione nominale non superiore a 1000 V a.c. e 1500 V d.c., per qualunque valore di corrente nominale, tipo costruttivo ed utilizzazione.

3.8.2 Correnti di riferimento

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

I_n = Corrente nominale:

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

I_{nf} = Corrente di non funzionamento:

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

I_f = Corrente di funzionamento:

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

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

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

I valori nominali e convenzionali presi dalle rispettive norme sono sotto riportati.

Norma	Correnti nominali	I_{nf} / I_n	I_f / I_n	Tempo convenzionale
CEI EN 60898	fino a 63 A	1,13	1,45	1 h
CEI 23-3;17-5; IV ed.	oltre 63 A	1,13	1,45	2 h
CEI EN 60947-2	fino a 63 A	1,05	1,3	1 h
CEI 17-5; V ed.	oltre 63 A	1,05	1,3	2 h

3.8.3 Caratteristiche d'intervento

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

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

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

3.9 Dispositivi a fusibile

3.9.1 Norme di riferimento

Le norme tecniche che riguardano i dispositivi a fusibile sono:

- IEC 127; per i fusibili a vetro
- IEC 269.1 e 269.2; per i fusibili a cartuccia e a coltello
- CEI 32-1; prescrizioni generali
- CEI 32-4; fusibili per applicazioni industriali
- CEI 32-5; fusibili per applicazioni domestiche
- CEI 32-6; fusibili in miniatura
- CEI 32-7; cartucce per la protezione di dispositivi a semiconduttore
- DIN 43620; per i fusibili a coltello

3.9.2 Classificazione

I fusibili si possono classificare in tre grandi gruppi:

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

3.9.3 Correnti di riferimento

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

I_n = Corrente nominale:

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

I_{nf} = Corrente di non fusione:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento del fusibile entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente convenzionale di fusione:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo del fusibile entro il tempo convenzionale.

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

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

3.9.4 Caratteristica d'intervento

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

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

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

3.9.5 Poteri d'interruzione e caratteristica I^2t

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

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

3.9.6 Condizioni generali di protezione dal sovraccarico

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

Qualora in una condotta non siano prevedibili lievi sovraccarichi la condizione di protezione

minima si realizzerà per I_f non superiore a 1,45 I_z , cioè per correnti nominali del fusibile non superiore al 76-90 % di I_z .

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

3.9.7 Condizioni generali di protezione dal corto circuito

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

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

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

3.10 Canali elettrici

3.10.1 Canaletta in filo d'acciaio inox AISI 304

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

I fianchi avranno un'altezza di almeno 100 mm e il diametro dei fili non sarà inferiore a 4,4 mm.

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

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

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

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

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

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

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

3.11 Tubazioni

3.11.1 Generalità

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno canalette e tubazioni saranno d'acciaio zincato, come tutti gli accessori per la messa in opera, quali mensole o staffe di sostegno per le canalette, morsetti di fissaggio, ecc.

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

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile.

Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non è abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto.

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

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del

tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali di impianto TV e radio UHF.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a quello riportato sui disegni di progetto.

Analogamente le dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato.

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

Analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

3.11.2 Tubo rigido in acciaio zincato

Il tubo rigido in acciaio zincato sarà provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

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

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando specifici raccordi a manicotto.

Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non sarà superiore a 1,2 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima sia dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio inox AISI 304 e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese impermeabili.

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

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti saranno in acciaio inox AISI 304.

3.11.3 Tubo rigido di PVC

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

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

Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni

dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti ecc., (ad. es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1,5 m).

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

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

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

Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

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

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese impermeabili; oppure saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di contro soffitti, sotto pavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti):

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

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

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

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

3.11.4 Tubo flessibile di PVC serie pesante (corrugato)

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

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

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

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

3.11.5 Cassette di derivazione stagne da esterno in materiale plastico

Le cassette saranno in materiale plastico.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti.

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

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

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

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

Tutte le tubazioni, protettive entreranno dai fianchi delle cassette. L'ingresso avverrà esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

L'ingresso alle cassette avverrà sempre tramite l'utilizzo di pressacavi di sezione adeguate.

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

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

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

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

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

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

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

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta.

Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate;

Le altre saranno poste sulla superficie esterna.

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

IMPIANTI

SIGLA

illuminazione (normale, privilegiata, di sicurezza, notturna ecc., 220 V c.a.

LU

circuiti prese (a 220 V c.a.)	PR
circuiti di potenza a tensione nominale diversa da 220 V	
es. 12 V c.a. (oppure 24 V c.c.)	12 ca (24 cc)
telefonico	TL
trasmissione dati	TD
fibra ottica	FO
telex	TX
orologi elettrici	OR
interfonico	INT
citofonico	CIT
video citofonico	CTV
chiamata (commessi, infermieri, bidelli, ecc.)	CH
richiesta udienza	RU
diffusione sonora	DS
amplificazione sonora	AS
ricerca persone voci radio	RP
antenna TV	TV
traduzione simultanea	TS
rivelazione fumo e incendio	FU
pesatura elettronica	WE

3.12 Criteri di esecuzione degli impianti di terra e di protezione delle strutture dai fulmini

3.12.1 Impianto di terra

L'impianto sarà dimensionato e realizzato in modo da proteggere contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli utilizzatori normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione.

Dovranno pure essere collegati a terra tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

Il dispersore di terra sarà costituito da una maglia orizzontale e dispersori verticali.

Particolare cura sarà presa per i collegamenti dei ferri di armatura dei cementi armati, che saranno considerati quali dispersori di fatto. In più punti di ciascun manufatto sono lasciati attacchi disponibili per il collegamento dei conduttori di terra.

Tutti i conduttori equipotenziali delle masse ed alle masse estranee saranno accessibili e collegate in apposita barretta equipotenziale.

I conduttori di protezione potranno essere separati dai conduttori delle fasi attive, per la scelta e la relativa verifica si dovrà fare riferimento a CEI 64-8 Cap. 543; gli elementi metallici dell'impianto non potranno essere utilizzati come parti conduttrici.

3.12.2 Modalità d'esecuzione

Gli impianti di terra saranno effettuati in modo tale da soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme e saranno realizzati preferibilmente con conduttori (tondo o trefolo) in acciaio zincato.

La sezione del conduttore costituente la maglia principale è 50 mm^2

Il conduttore potrà essere di tipo isolato solo se interrato in zone inquinate da prodotti corrosivi.

Qualora si richieda che il conduttore sia stagnato, esse dovrà subire un procedimento di ricottura per garantire la facile presa dello stagno.

Si distinguono le seguenti parti da mettere a terra:

- tondo o trefolo di rame da 50 mm^2 direttamente interrato ad una profondità non inferiore a 50 cm dal piano di calpestio per eseguire gli intercollegamenti con i vari dispersori.
- corda isolata giallo/verde, di sezione pari alla metà della sezione dei conduttori di alimentazione con un minimo di 16 mm^2 , per collegamento a terra dei quadri di comando;
- quarto conduttore dei cavi di alimentazione, oppure corda isolata giallo-verde di sezione pari alla metà dei conduttori di alimentazione, con un minimo di 6 mm^2 per il collegamento a terra delle varie utenze;
- corda isolata giallo/verde di sezione 16 mm^2 per i collegamenti equipotenziali;
- corda di rame giallo/verde della stessa sezione del conduttore di fase per la messa a terra delle armature di illuminazione di qualsiasi tipo.

- corda isolata giallo/verde, oppure conduttore adeguatamente nastrato, di sezione pari a quella del conduttore di neutro, per la messa a terra del centro stella dei trasformatori lato BT (sistema TN-S). Il collegamento si dovrà ottenere allacciando direttamente a terra (senza passare da organi di interruzione o sezionamento) il centro stella dei sistemi trifasi I° categoria a corrente alternata aventi tensione nominale uguale a 400 V, (norme CEI 11-1).

3.12.3 Dispersore di terra

Sarà considerato dispersore “ogni corpo conduttore o gruppo di corpi conduttori in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra”.

I ferri d'armatura delle costruzioni in cemento armato saranno considerati dispersori.

A tale scopo sono lasciate delle nicchie nei muri di cemento armato delle vasche, dalle quali sono accessibili i ferri d'armatura.

Detti ferri saranno collegati, tramite opportuni conduttori isolati di terra e morsetti a vite, all'impianto di terra appositamente costruito.

A fine lavori tutti i ferri d'armatura rimasti scoperti saranno isolati con una vernice trasparente in modo da preservarli nel tempo.

L'utilizzo dell'acciaio del cemento armato quale dispersore è un sistema ampiamente studiato e sperimentato in vari paesi europei e nord americani da circa un decennio, esso ha fornito risposte esaurienti e tutte estremamente positive che molto brevemente possiamo qui così riassumere:

- la velocità di corrosione delle barre in acciaio annegate nel calcestruzzo è notevolmente inferiore a quella che si ha nello stesso materiale direttamente a contatto col terreno.
- Il calcestruzzo, grazie alla composizione alcalina e alla sua natura molto igroscopica, è un buon mezzo di conduzione della corrente; esso tende a drenare e a trattenere l'umidità del terreno, mantenendo la sua conducibilità anche in zone molto asciutte;
- i normali sistemi di legatura - con filo di acciaio dolce - dei ferri orizzontali e verticali delle armature sono sufficienti a garantire una buona conducibilità elettrica;
- queste legature si sono dimostrate efficaci anche per disperdere elevate correnti di guasto, in quanto generalmente molto numerose e tra loro in parallelo;
- la forza usata per la "fasciatura" dei ferri garantisce una bassa resistenza di contatto; le legature sono inoltre protette contro la corrosione dal calcestruzzo;
- le travi porta muro, quando esistenti, con la loro armatura collegata, attraverso i ferri di richiamo, alle gabbie dei plinti, costituiscono un ottimo collegamento di ripartizione della corrente di terra tra i vari dispersori naturali;
- le derivazioni dei conduttori di terra dalle gabbie di armatura possono essere realizzate sia per saldatura sia utilizzando un morsetto: in entrambi i casi i risultati sono validi.

3.12.4 Conduttori di terra

Detti conduttori dovranno collegare il dispersore al collettore di terra, saranno con corda flessibile stagnata ed isolata con guaina di PVC di colore giallo/verde. La sezione dei conduttori di terra sarà quella stabilita dalle Norme CEI 64-8 in vigore; non saranno ammessi conduttori diversi dal tipo FG17.

3.12.5 Collettore (o nodo) di terra

In tutta l'area d'impianto, distribuiti secondo necessità, saranno collegati dei collettori (o nodi) equipotenziali di terra al fine di collegare i conduttori di protezione al dispersore; essi saranno eseguiti in materiale non ossidante, vale a dire con:

- acciaio zincato, di sezione minima 150 mm²
- rame trattato galvanicamente, di sezione minima 100 mm²

I collettori saranno in grado di accettare come minimo, oltre ai due conduttori di terra, almeno altri 5 conduttori equipotenziali; essi saranno montati ad un'altezza di 30 cm. circa dal piano di lavoro ed in posizione facilmente accessibile sia su strutture in acciaio, sia su strutture in cemento armato.

3.12.6 Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione (PE) è prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale; esso sarà comunque della seguente sezione minima:

- se appartenente alla stessa conduttura o allo stesso fascio di cavi [S_p = sezione minima del conduttore di protezione, in mm²] (CEI 64-8/5, Art. 543.1.2):
 - sezione del conduttore "S" di fase 16 mm² $S_p = S$
 - sezione del conduttore "S" di fase $16 < S \leq 35$ mm² $S_p = 16$ mm²
 - sezione del conduttore "S" di fase > 35 mm² $S_p = \frac{1}{2} S$
- se non appartenente alla conduttura di alimentazione (CEI 64-8/5, Art. 543.1.3):
 - 2,5 mm² se provvisto di protezione meccanica
 - 4 mm² se sprovvisto di protezione meccanica

In quest'ultimo caso è necessario effettuare la verifica dell'idoneità ai fini del c.to c.to tramite la seguente formula (CEI 64-8/5, Art. 543.1.1):

$$S_p = \frac{I^2 t}{k} \quad \text{dove}$$

S_p - sezione del conduttore di protezione

I - valore efficace della corrente di guasto (per un guasto di impedenza trascurabile)

t - tempo di intervento del dispositivo di protezione

k - fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalla temperatura iniziale e finale.

Il fattore "k" precedentemente menzionato è da desumere dalle tabelle 54B, 54C, 54D, 54E delle norme CEI 64-8/5

3.12.7 Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali, per il collegamento delle masse e delle masse estranee, saranno con corda flessibile stagnata ed isolata con guaina di PVC di colore giallo/verde, con sezione pari a quanto stabilito dalle Norme CEI 64-8 in vigore.

Non saranno ammessi conduttori diversi dal tipo FG17.

3.12.8 Realizzazione dell'impianto di terra

L'impianto di terra dovrà comprendere il collegamento delle carcasse dei motori, dei tubi, canaline e guaine poste a protezione dei cavi elettrici, e delle strutture metalliche quali ponti, ringhiere, scale, grigliati.

Il collegamento delle masse metalliche deve essere realizzato mediante vite in acciaio inox, diametro non inferiore a 8 mm, filettato sulle stesse masse metalliche, e rondelle, oppure con foro passante (in questo caso munito anche di dado di serraggio).

Il collegamento dei tubi conduit sarà realizzato tramite appositi collari a doppio corpo apribile, di cui uno munito di uno o due morsetti di serraggio del conduttore equipotenziale, muniti di linguetta di contatto.

La continuità metallica tra i vari tubi sarà considerata valida solo in presenza di raccordi filettati: il collegamento dei tubi conduit alle canaline in acciaio zincato non sarà ritenuto un collegamento equipotenziale.

Tutti i collegamenti delle strutture metalliche saranno realizzati "a vista".

La connessione tra i vari conduttori di terra sarà effettuata mediante morsetti a compressione la cui deformazione sarà ottenuta da apposite prese idrauliche; nel punto di unione sarà ripristinato l'isolante a mezzo di nastri auto agglomeranti.

Il sistema di connessione sarà effettuato in modo tale che, agendo sui singoli dispersori, possa essere interrotto il collegamento principale con la rete di terra.

Per masse metalliche si dovranno intendere anche i basamenti in ferro dei motori elettrici.

La messa a terra dei basamenti sarà realizzata secondo una delle seguenti modalità:

- per i motori con messa a terra effettuata con il quarto conduttore del cavo di alimentazione, sarà ammesso cavallottare a mezzo conduttore giallo/verde in rame di sezione non inferiore a 16 mm² il morsetto di terra, interno o esterno alla cassetta del motore, con una vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Sarà ammesso l'impiego di conduttori giallo/verde di sezione minima 6 mm² solo per cavallottare motori di piccola o piccolissima potenza.
- per motori alimentati con cavi a tre conduttori si dovrà collegare il conduttore di protezione da un estremo al collettore (o nodo) di terra e dall'altro estremo alla carcassa del motore (bullone esterno) e provvedere a cavallottare a mezzo conduttore giallo/verde in rame di

sezione non inferiore a 16 mm^2 il bullone esterno del motore con bullone saldato o vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Tutte le strutture metalliche dell'impianto saranno interconnesse con la rete generale di terra in modo da avere uniformità di potenziale.

Se i fluidi trasportati potranno dare luogo a cariche elettrostatiche, la continuità elettrica delle tubazioni sarà assicurata a mezzo di cavallotti equipotenziali tra le flange, realizzati a mezzo di due apposite piastrine forate, in acciaio inox, saldate ad entrambi i tratti di tubo, collegati a mezzo di un cavallotto di sezione minima 16 mm^2 .

La messa a terra del rivestimento metallico dei cavi di II e III categoria nonché quelli di I categoria (limitatamente alla posa interrata), si dovrà effettuare collegando a terra il rivestimento metallico ad ogni estremità della linea in cavo.

3.12.9 Impianto integrativo per protezioni da sovratensioni

Quando il danno delle scariche laterali potrebbe dare luogo a situazioni di pericolo per le persone e causare danni alle cose è necessario un impianto di protezione integrativo.

In tal caso le masse estranee ed i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere andranno collegati direttamente o tramite idonei limitatori di tensione agli elementi strutturali dell'impianto di protezione base al fine di creare una perfetta equipotenzialità elettrica.

L'impianto integrativo deve essere comunque realizzato quando $N_t \times L$, dove N_t è la densità annuale di fulmini a terra per km^2 relativa alla zona in cui è situata la struttura e L è la lunghezza della linea (km) dalla struttura fino al primo nodo della rete o al più vicino trasformatore, è maggiore al valore limite di scariche indirette ammesso N_I a seconda che la struttura abbia impianti interni essenziali oppure no.

3.12.9.1 *Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche*

L'impianto di protezione integrativo contro le fulminazioni indirette è costituito da tutti i dispositivi, quali connessioni equipotenziali, limitatori di tensione, ecc., atti a contrastare gli effetti associati al passaggio della corrente del fulmine (tensioni di passo, tensioni indotte, sovra tensioni, ecc.) nell'impianto base o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Sarà previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e fra questi e l'impianto di protezione base; inoltre saranno previsti idonei sistemi coordinati di protezione da sovratensioni sul lato B.T. sia del quadro generale, sia dei quadri periferici nonché idonee protezioni su tutte le linee elettriche o segnaletiche o seriali entranti o uscenti dai vari manufatti.

Le principali misure di protezione sono:

- l'impianto di protezione contro i fulmini (LPS) la cui realizzazione va eseguita in conformità alla norma CEI EN 62305-4;
- un sistema di SPD realizzato in conformità alla norma CEI EN 62305-4.

In questo impianto non è prevista l'installazione di un impianto LPS.

3.12.9.2 Limitatore di sovra tensione SPD

Il Limitatore di sovratensioni SPD (Surge Protective Device) è il dispositivo per limitare le sovratensioni e deviare le sovracorrenti.

Il Sistema di SPD è il gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti dei sistemi elettrici ed elettronici.

I limitatori di sovratensione SPD hanno lo scopo di evitare il danneggiamento di circuiti e di apparati causati da sovratensioni di origine esterna (fulminazioni) e di origine interna (manovre o interventi di dispositivi di protezione).

L'SPD deve contenere l'ampiezza delle sovratensioni al di sotto del livello di isolamento degli apparati assicurando, nel contempo, la desiderata qualità del servizio ed una sua accettabile durata di vita.

3.12.9.3 Coordinamento degli SPD

Più SPD in cascata tra loro devono essere coordinati onde evitare un invecchiamento precoce o addirittura il danneggiamento dei dispositivi più sensibili.

Il coordinamento ha il fine di suddividere l'energia associata alla sovratensione tra i vari SPD, in modo da rispettare la capacità di scarica di ciascuno di essi.

Due SPD sono coordinati se, per ogni livello e forma d'onda di corrente ad impulso, l'energia dissipata attraverso l'SPD a valle è uguale o inferiore alla massima energia che esso può sopportare.

I parametri che influiscono sulla ripartizione della corrente (associata alla sovratensione) tra due SPD sono:

- la distanza d (o meglio l'impedenza Z) tra i due SPD;
- il livello di protezione dei dispositivi ($U_p/f_2 < U_p/f_1$);
- le correnti nominali di scarica degli SPD.

Nella scelta del livello di protezione (U_p) da attribuire a ciascun SPD è opportuno prevedere un adeguato margine di sicurezza per tenere conto del possibile degrado nel tempo delle caratteristiche di protezione dell'SPD e, se del caso, delle incertezze esistenti nel coordinamento tra più dispositivi. Un coefficiente (b) di riduzione del 10% - 20% del valore di U_p richiesto appare congruo.

Un'apparecchiatura con tensione di tenuta ad impulso U_w è protetta da un SPD con livello di protezione U_p/f se sono soddisfatte le condizioni seguenti:

- $U_p/f \leq b U_w$

Se la lunghezza del circuito tra SPD ed apparecchiatura da proteggere è trascurabile. Esempi tipici sono gli SPD installati direttamente ai morsetti dell'apparecchiatura o sulle prese terminali se i cordoni non superano qualche metro.

- $U_p/f \leq b U_w/2$

Se la lunghezza del circuito tra SPD ed apparecchiatura da proteggere è di pochi metri. Esempi tipici sono gli SPD installati nei quadri di distribuzione secondaria

(Q.S.) o alle prese terminali se la lunghezza non supera qualche metro.

- $U_p/f \leq b(U_w - U_i)/2$

Se la lunghezza del circuito tra SPD ed apparecchiatura da proteggere è dell'ordine della decina di metri. Esempi tipici sono gli SPD installati nel quadro di distribuzione principale, all'ingresso della linea nella struttura (Q.G.).

3.12.9.4 Scelta degli SPD

Gli SPD, quindi, vanno scelti a seconda:

- del loro punto di installazione nell'impianto e della relativa corrente di scarica;
- della tensione di tenuta ad impulso delle apparecchiature da proteggere e della distanza esistente tra queste e l'SPD che deve essere inferiore alla distanza di protezione determinata da fenomeni di oscillazione e induzione.

Poiché le sovratensioni più frequenti e pericolose sono quelle verso terra, gli SPD vanno installati tra conduttori attivi e terra.

La posizione dell'SPD rispetto all'apparecchiatura da proteggere è influenzata dal modo in cui le sovratensioni sono generate:

- sovratensioni per accoppiamento resistivo sull'impianto di terra dell'edificio;
- sovratensioni per accoppiamento induttivo nei circuiti interni dell'edificio;
- sovratensioni provenienti dalla linea.

Gli SPD devono essere installati in modo tale che gli apparati risultino essere collegati entro la distanza di protezione intesa come la distanza, misurata lungo il circuito, entro cui un SPD riesce a proteggere un'apparecchiatura.

I parametri fondamentali dell'SPD sono:

- la classe di prova;
- il potere di scarica;
- la tensione di protezione.

La classe di prova I, II o III identifica l'SPD ed il tipo di protezione che è in grado di effettuare.

L'SPD di classe I è adatto alla protezione da scariche dirette.

L'SPD di classe II è adatto alla protezione da scariche indirette eliminando le sovratensioni generate dal fulmine deviando la corrente.

L'SPD di classe III è adatto alla protezione da scariche indirette proteggendo le apparecchiature dalle sovratensioni indotte.

SPD di Tipo 1 vanno installati all'arrivo della linea;

SPD di Tipo 2 vanno installati nei quadri di distribuzione intermedi;

SPD di Tipo 3 vanno installati vicino agli apparati da proteggere

3.12.10 Messa a terra delle strutture metalliche costituenti l'impianto di trattamento meccanico

Per codesta messa a terra sarà realizzata:

- anello perimetrale interrato di corda nuda Cu 50 mm²;
- collegamento di detto anello perimetrale alla maglia di terra interrata (Cu nuda 50 mm²) con diverse cime emergenti in Cu nuda 50 mm²;
- La maglia sarà collegata singolarmente o in cascata alla maglia di terra principale, in ogni caso tramite almeno due vie, impiegando conduttori da 50 mm².

Inoltre

- collegamento di detto anello perimetrale con cime emergenti in corda Cu nuda 50 mm²;
- di tutti i pilastri (ferri) perimetrali;
- di tutte le masse metalliche;
- nodi di terra di sezione non inferiore a 50x5 mm², stagnato, munito di fori di diametro 13 mm, allineati lungo la linea mediana, con interasse non inferiore a 40 mm e lunghezza 1 m.

3.12.11 Considerazioni finali

Particolare attenzione, per evitare che si formino tensioni di passo e di contatto pericolose, sarà rivolta all'installazione del dispersore di terra che sarà idoneo a disperdere correnti ad impulso di grande intensità generate dalla fulminazione; per ridurre al minimo il valore dell'impedenza ad impulso il dispersore verticale sarà integrato con conduttori radiali della lunghezza di qualche metro.

3.13 Impianto elettrico

3.13.1 Conformità alle norme

La scelta dei componenti elettrici e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le richieste misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne (CEI 64-8/5, Art. 510.1).

Quando un componente elettrico / elettronico è provvisto del marchio IMQ esso è considerato conforme alla norma CEI senza la necessità di altre verifiche.

In mancanza di marchio IMQ si presume che il componente risponda alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI quando esso sia munito di un marchio o di un attestato di conformità alle norme CEI od alle norme armonizzate del CENELEC riguardanti la sicurezza, rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli Stati membri dell'Unione Europea (Art. 7 della legge 791/77), oppure di una dichiarazione di conformità a tali norme rilasciata dal costruttore.

Si presume inoltre che il componente elettrico risponda alle prescrizioni di sicurezza anche quando esso sia provvisto di un marchio o di un attestato di conformità alle norme in materia di sicurezza di un altro stato dell'Unione Europea in cui il componente elettrico sia stato prodotto, rilasciato come sopra, se dette norme sono riconosciute tali da garantire una sicurezza equivalente a quella richiesta in Italia (Art. 5 legge 791/77).

In mancanza di norme CEI applicabili gli organismi notificati ai sensi dell'Art. 11 della direttiva CEE 23/73, possono essere rilasciate relazioni di conformità che precisino che il componente elettrico risponde alle esigenze di sicurezza nelle condizioni di impiego previste (Art. 5 legge 791/77).

3.13.2 Influenze esterne

I componenti elettrici / elettronici saranno scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali essi possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione per la sicurezza.

3.13.3 Regola dell'arte

La legge 1° marzo 1968 n. 186 pubblicata sulla G.U. n.77 del 23 marzo 1968 recita:

“Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte”

“Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte”

3.13.4 Marcatura CE

La legge 25 novembre 1996 n. 626 pubblicata sulla G.U. n. 293 del 14 dicembre 1996 recita:

“Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”.

Si ricorda che tutto il materiale elettrico messo in commercio, a partire dal 1° gennaio 1999, previsto per essere utilizzato a tensione nominale compresa tra 50 e 1000V in c.a. e 75 e 1500V in cc va

marcato CE, a parte qualche esclusione evidenziata nella direttiva stessa. Tale adempimento deve essere assolto nei modi previsti dalla legge dal costruttore dell'apparecchiatura o in ogni modo da chi la mette in commercio.

3.13.5 Estensione delle note generali

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

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dei motori elettrici, dei sensori elettrici e delle colonnine di comando locale.
- Taratura ed allineamento dei termici a quadro.
- Realizzazioni delle connessioni di potenza e di telecomando.
- Tutto l'impianto elettrico luce e F.M. sarà realizzato con passerelle e conduits separati da quelli necessari per l'impianto strumentale.
- Questo criterio sarà rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi elettrici di potenza e di telecomando dovranno avere un percorso separato dai cavi di misura.
- Tutte le passerelle saranno coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o cassetta di giunzione dovrà poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche sarà possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; le cassette di giunzione (ove necessarie) saranno ubicate in zone sicure per l'operatore.
- Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.
- Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista saranno fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.
- Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di chiodi sparati.
- Tutti i tubi posati nelle strutture murarie saranno installati prima della gettata.
- Non saranno permesse scanalature nei manufatti.
- Tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.

- Tutte le linee di alimentazione saranno posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.
- I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve saranno le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.
- I porta conduttori saranno lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.
- Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di giunzione e/o smistamento saranno messi a terra tramite piastrine.
- Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido, pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.
- Tutte le passerelle poste in verticale e posate all'esterno saranno complete di coperchio.
- Non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità, installare cassette di derivazione.
- Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.
- Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche saranno previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso sia in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.
- Tutte le morsettiere delle cassette elettriche saranno opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere elettriche delle cassette saranno numerati nel modo seguente:
 - a) tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;
 - b) tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura collegata.

3.13.6 Modalità di montaggio

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

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

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

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

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

3.13.7 Collegamenti elettrici

3.13.7.1 *Cavi*

Per maggiori dettagli sulla posa dei cavi si veda il relativo capitolo.

Tipi di posa dei cavi

Per maggiori dettagli sui tipi di posa dei cavi si veda il relativo capitolo.

Conduttori a diverso sistema di tensione

Sarà consentito posare conduttori di sistemi di tensione diversi nella stessa condotta, a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata, che non sia ammesso dal presente documento ed a condizione che non provochino influenze reciproche.

3.14 Impianto strumentale

3.14.1 Note generali

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

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici, pneumatici e idraulici degli strumenti.
- Taratura ed allineamento degli strumenti in campo ed a quadro secondo i dati forniti dai documenti di progetto costruttivo.
- Tutto l'impianto di strumentazione sarà realizzato con passerelle e conduits separati da quelli necessari per l'impianto luce e FM.
- Questo criterio sarà rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi di strumentazione dovranno avere un percorso separato dai cavi di potenza.
- Tutte le passerelle saranno coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o strumento dovrà poter essere montato e/o smontato senza che questo comporti il danneggiamento dello stesso o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti gli strumenti o apparecchiature elettro - pneumatiche saranno possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; gli strumenti saranno ubicati in zone sicure per l'operatore.
- Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.
- Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista saranno fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.
- Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di tasselli a sparo.
- Tutti i tubi posati nelle strutture murarie saranno installati prima della gettata.
- Non saranno permesse scanalature nei manufatti.
- Tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.
- Tutte le linee di alimentazione saranno posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.
- I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve saranno le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.

- I porta conduttori saranno lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.
- Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di smistamento saranno messi a terra tramite le piastrine già predisposte per l'impianto elettrico.
- Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido, pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.
- Tutte le passerelle poste in verticale saranno coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.
- Non sono ammessi collegamenti elettrici o pneumatici sulle passerelle.
- Ove si presentasse la necessità, saranno installate cassette di derivazione.
- Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.
- Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche saranno previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso sia in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.
- Tutte le morsettiere delle cassette pneumatiche ed elettriche saranno opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere (elettriche o pneumatiche) delle cassette saranno numerati nel modo seguente:
 - tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;
 - tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura o strumento collegato.

3.14.2 Modalità di montaggio

Le apparecchiature di misura e controllo installate in sito (elementi rivelatori, trasmettitori, ecc.) saranno montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di lettura, controllo e manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

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

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

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

Le apparecchiature installate all'aperto saranno protette dalle intemperie con opportune tettoie o

custodie.

3.14.3 Posizionamento degli strumenti

Il posizionamento degli strumenti sarà realizzato secondo seguenti principi:

Gli strumenti saranno montati in modo che siano facilmente accessibili dal suolo, piattaforme, scale fisse, ecc.

I trasmettitori ciechi saranno montati il più vicino possibile alle prese di processo, in ogni caso in modo che siano facilmente accessibili per la manutenzione e con sufficiente spazio libero per un rapido ed agevole montaggio.

Fermo restando quanto sopra, l'ubicazione finale degli strumenti o degli elementi sensibili sarà tale da non interferire con i passaggi liberi lasciati sull'impianto, scelta in accordo alla Direzione Lavori.

4 APPARECCHI ILLUMINANTI

Per le caratteristiche tecniche degli apparecchi illuminanti utilizzati si faccia riferimento alle schede tecniche allegate alla relazione di calcolo illuminotecnico.

5 APPARECCHI PER USO COMUNE

5.1 Apparecchi di comando per usi domestici e similari

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

Caratteristiche generali:

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

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

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

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

5.2 Prese a spina per usi domestici e similari

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

Caratteristiche principali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz

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

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

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

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

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

5.3 Interruttore automatico per usi domestici

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

Caratteristiche generali:

- tipo componibile
- tensione nominale 415 V
- frequenza nominale 50 Hz
- tensione di prova 1' 2 kV
- corrente nominale 6 / 10 / 15 A
- esecuzione 6 A e 10 A 1 o 2 poli

- esecuzione 16 A / 20 A / 25 A 2 poli
- involucro isolante, di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive.
- viti di serraggio dei conduttori;
- contatti in lega d'argento
- tasto di superficie "elevata" onde facilitarne la manovra con stampigliata la siglatura atta ad indicare la posizione di aperto o chiuso (I-O). Apertura a scatto.

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

5.4 Prese fisse verticali con interruttore di blocco

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

Caratteristiche generali:

- | | |
|--|---------------------|
| • marca | GEWISS (o similare) |
| • serie | 66 IB |
| • tensione nominale | 500V |
| • frequenza nominale | 50 / 60 Hz |
| • corrente nominale | max 32 A |
| • esecuzione | IP 55 |
| • involucro in materiale plastico a base di PVC. | |

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

- PRESA 2 P + T: presa industriale 2 x 16 A + T – 230 V , in esecuzione IP65 con interblocco meccanico costituito da un interruttore rotativo di manovra solidale con la presa che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita. Composta di due elementi.
 - Cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressa tubi.
 - Elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione blu d'identificazione.
- PRESA 3 P + N + T: presa industriale 3 x 16 A + N + T – 400 V in esecuzione IP 65, con interblocco meccanico costituito da un interruttore rotativo di manovra solidale con la presa

che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita e composta di due elementi:

- Cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressa tubi.
- Elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione rossa d'identificazione.

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

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

6.1 Note generali

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.2 Lamiere

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

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

- 3 mm per le lamiere esterne col lato più lungo 1400 mm.

6.2.1 Struttura metallica

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

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

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

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

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

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

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

6.2.2 Verniciature

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

I cicli saranno quelli indicati nel relativo capitolo.

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

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

6.2.3 Messa a terra

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

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

6.2.4 Cablaggio elettrico

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

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

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

- Sezione minima dei conduttori ausiliari e strumenti per collegamenti interni 1 mm².
- Sezione minima dei conduttori ausiliari per collegamenti amperometrici 2,5 mm²
- Dimensionamento della canalina in PVC auto estinguente: con grado di riempimento non superiore al 70 % - Sezione minima della sbarra di terra interna in rame di sezione non inferiore a 120 mm²

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

6.2.5 Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni

6.2.5.1 *Apparecchiature interne*

Le apparecchiature interne saranno chiaramente identificate mediante:

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

6.2.5.2 *Apparecchiature esterne*

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e

dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

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

Colori delle lampade di segnalazione e loro significato

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

Colori dei pulsanti e loro significato

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

6.3 Costruzioni dell'AS/ANS

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

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

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

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

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

6.3.1 Morsettiere

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

La sezione minima dei singoli morsetti sarà 2,5 mm² per i circuiti ausiliari e 4 mm² per gli altri; i morsetti saranno muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

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

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

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

Per il numero di riserve da prevedere per quanto riguarda:

- le alimentazioni
- le morsettiere elettriche
- i connettori

non dovranno risultare inferiori al 20% del totale richiesto.

6.3.2 Fusibili

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

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

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

6.3.3 Contattori

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

6.3.4 Relè termico

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

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

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

6.3.5 Amperometro e voltmetro analogico

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

6.3.6 Trasformatori di corrente

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

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

6.3.7 Pulsanti - selettori - portalampada

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

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

6.3.8 Reperibilità materiali

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

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

6.3.9 Documentazione

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

- Schemi funzionali, con indicata la marca ed il tipo di tutte le apparecchiature installate.
- Schemi unifilari sia di potenza, sia di ausiliari di comando.

- Schemi di cablaggio interno all'AS/ANS.
- Schemi topografici.
- Disegni di assieme delle morsettiere dell'AS/ANS, con indicazione delle destinazioni dei conduttori interni e con riportato il nome dell'elenco da allacciare.

6.3.10 Collaudi

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

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

L'esito di tutte le prove devono essere annotate su appositi "verbali di controllo" che dovranno poi essere parte integrante della documentazione di fornitura. Nota ⁵.

⁵ Qualora la prova di collaudo abbia esito negativo, sarà fissata una nuova data di collaudo.

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

7 QUADRI DI BASSA TENSIONE

7.1 Norme di riferimento

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

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

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

7.2 Condizioni di funzionamento

Installazione

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

Alimentazione

L'alimentazione del quadro generale di bassa tensione è derivata:

- Da n°1 trasformatore di potenza nominale 400 kVA, avente rapporto di trasformazione 20 kV - 400/230 V ed aventi come corrente di corto circuito un valore pari a 6 %.
- Da n°1 gruppo elettrogeno di emergenza a diesel esistente.

Quadri sotesi

I quadri sotesi sono del tipo ad armadio con piastra di fondo e dotati di porta e contro-porta o simile, hanno interruttori generali tipo "IMS (interruttore di manovra sezionatore).

Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico

La tensione nominale del sistema è 400 Vca.

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

Funzionamento del sistema elettrico

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

Frequenza nominale del sistema elettrico

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

Ausiliari

Gli ausiliari saranno alimentati, rispettivamente, alle seguenti tensioni:

- 230 V – 50 Hz, per gli ausiliari generali del quadro.
- 24 V – 50 Hz, per gli ausiliari delle utenze motorizzate.

7.3 Inclusioni

Nel quadro sono incluse le seguenti apparecchiature:

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

7.4 Quantità e qualità delle apparecchiature

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

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

7.5 Dati di progetto

7.5.1 Dati di progetto meccanico

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

Il sistema è per interruttori scatolati e modulari ed intercambiabili fra pari potenza e servizio.

Il grado di protezione è il seguente:

- a portelle chiuse $\geq$ IP 55.
- a portelle aperte IP 20

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

Le sbarre sono in rame nudo galvanicamente trattato con zincatura.

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

7.5.2 Dati di progetto elettrico

Riferimento a terra del neutro e delle masse: TN-S

Tensione nominale d'impiego:

- apparecchiature di potenza: 400 / 230 Vca
- apparecchiature di comando: 230 Vca, interna
- bobine d'apertura e chiusura: 230 Vca, interna

Tensione nominale d'isolamento: 660 Vca

Tensione nominale di prova: 4 kV (2,5 kV per i cavetti di cablaggio)

Numero delle fasi: 3 + N

Frequenza nominale: 50 Hz

Tipo di conduttore: rame

Sezione minima: 1,5 mm²

Portata nominale: $\leq$ 90 % della portata desunta dalle tabelle
UNEL

Corrente nominale (con sovra temperature secondo CEI 17-13/1

sbarre principali: 1000 A

sbarre secondarie: secondo la portata nominale dell'interruttore
(non secondo la taratura del relè termico)

Correnti di corto circuito:

breve durata nominale: $\geq$ 25 kA

durata nominale del corto: 1 s.

7.6 Celle

Le celle sono previste unicamente in esecuzione singola.

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

7.7 Accessibilità

I circuiti e le condutture sono disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni, sempre nel rispetto della forma costruttiva chiesta, pari a “2B”.

7.8 Principali caratteristiche costruttive

7.8.1 Struttura meccanica del quadro

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

In ogni quadro si possono distinguere:

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

Ogni colonna comprende:

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

- vani morsettiere
- traversine per fissaggio cavi

Ogni vano con interruttori, comprende:

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

Le celle hanno portella singola.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.8.2 Caratteristiche elettriche delle celle

Sono previste celle contenenti interruttori, oppure ausiliari.

È previsto una cella per ogni interruttore.

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

Il comando dell'interruttore è effettuato dall'esterno.

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

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

La sezione minima dei cavi di cablaggio è di 2,5 mm² per la potenza e di 1,5 mm² per i comandi.

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

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

7.9 Caratteristiche dei principali componenti

7.9.1 Generalità

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

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

7.9.2 Apparecchiature di manovra

7.9.2.1 Interruttori per arrivi

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

Comando: con servomotore

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

7.9.2.2 Interruttori per partenze

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

Comando: manuale / servomotore se richiesto

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

7.9.2.3 Relè ausiliari

Tipo di servizio: continuo

Tensione di alimentazione della bobina: 24 Vca

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

7.9.2.4 Morsettiere ausiliarie

Le morsettiere ausiliarie saranno costituite da morsetti componibili di sezione singola $\geq 2,5 \text{ mm}^2$.
Ciascuna morsettiera sarà separatamente collocata nel vano cavi.

7.9.2.5 Numerazione dei conduttori

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

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

7.10 Varie

7.10.1 Collegamenti di terra

Lungo tutta la lunghezza del quadro è prevista una sbarra di terra in rame di sezione 200 mm² alla quale sono collegate tutte le parti metalliche degli scomparti, le portelle, le parti inattive delle celle e le masse delle utenze alimentate.

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

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

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

7.10.2 Morsettiere ausiliarie

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

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

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

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

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

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

7.10.3 Materiali isolanti

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

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

7.10.4 Colorazione e individuazione delle anime dei conduttori

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

- Colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.
- Colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.
- Colore nero per correnti alternate e colore grigio per correnti continue.
- I conduttori nudi, se usati come conduttori di protezione, sono colorati con bande verdi e gialle di uguale larghezza (da 15 a 100 mm) contigue, per ogni scomparto o per ogni cella

o per ogni posizione accessibile. Se è utilizzato un nastro adesivo, esso deve essere bicolore.

- Quanto sopra è valido anche per i conduttori nudi usati come conduttori di neutro.
 - In aggiunta a quanto sopra si prescrive che, all'interno dei quadri, inteso in generale, le colorazioni dei diversi conduttori, a seconda del tipo di utilizzo, siano le seguenti:
- | | |
|--|--|
| • Conduttori a tensione piena | Guaina di colore marrone |
| • Conduttori a tensione 24 Vca | Guaina di colore grigia |
| • Conduttori per segnali dal/al PLC | Guaina di colore viola |
| • Conduttori a tensione 24 Vcc, positivo | Guaina di colore rosso |
| • Conduttori a tensione 24 Vcc, negativo | Guaina di colore nero |
| • Conduttori per segnali amper.ci da TA | Guaina di colore bianco, sezione 2,5 mm ² . |

7.10.5 Separazione dei circuiti

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

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

7.11 Verniciatura

7.11.1 Ciclo di verniciatura

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

Le fasi del ciclo sono:

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

7.11.2 Colore

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

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

7.11.3 Garanzie sulle verniciature

Il ciclo di verniciatura sarà quello standard del fornitore.

7.12 Prove e collaudi

7.12.1 Requisiti generali

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

7.12.2 Collaudi in fabbrica

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

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

tecnica ed alle norme in essa citate.

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

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

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

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

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

7.13 Quadro/i per automazione

7.13.1 Generalità

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

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

Altezza 1600 .. 1800 .. 2000 mm.

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

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

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

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

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

7.13.2 Cablaggio

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

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

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

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

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

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

7.13.3 Messa a terra

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

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

7.13.4 Costruzione dell'AS/ANS

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

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

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

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

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

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

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

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

7.14 Dimensionamento apparecchiature all'interno degli AS/ANS

7.14.1 Materiali isolanti

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

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

7.14.2 Sistema di sbarre fino a 250 A

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

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

Le sbarre di rame saranno trattate superficialmente con zincatura elettrolitica.

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

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

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

7.14.3 Fusibili

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

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

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

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

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

7.14.4 Contattori

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

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

dovuta a caduta.

Tipo: tripolare, elettromagnetico ad interruzione in aria.

- Tensione nominale d'impiego: 400 V
- Categoria d'impiego: AC3, con declassamento del 20%
- Servizio nominale: intermittente classe 1, rapporto d'intermittenza 60%, avviamento corto
- Numero di cicli a carico: * 10.000.000
- Tensione nominale della bobina di comando: 110 Vca.

Le caratteristiche minime dei contattori sono le seguenti:

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Avviamento motore
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tensione nominale	Un	V	690
• Corrente nominale (AC3) In		A	12 .. 25 .. 50 .. 95
• Bobina di comando	Un	V	24 Vca
• Contatti ausiliari	n.	Ad innesto nella combinazione desiderata, sia superiori, sia laterali, con il minimo di 3 NO + 1 NC	

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Avviamento motore
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca
• Tensione nominale	Un	V	690
• Corrente nominale	In	A	110 .. 140 .. 170 .. 205
• Bobina di comando	Un	V	110 Vca
• Contatti ausiliari	n.	Oltre ai 2 L + 2 R di serie, altri ad innesto nella combinazione desiderata, solo laterali	

7.14.5 Interruttori automatici specifici per protezione motore

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

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

relé termici.

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

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

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	partenza motore, oltre 45,1 A e fino a 90 A
• Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
• Costruttore	--	--	Primaria marca

- Tipo -- -- Compatto, grandezza 3
- Tensione nominale Un V 690
- Corrente nominale In A 63 .. 90
- Campo di taratura relè termici (a 35°C) It A 80 .. 100%
- Campo di taratura relè magnetici (a 35°C) Im A 11 volte In
- Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Icu kA 100
- Potere d'interruzione nominale a 400 Vca Ics kA 50% di Icu

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

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

7.14.6 Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari

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

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

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
• Utilizzo	--	--	Arrivo linea, fino a 160 A
• Montaggio entro	--	--	Cella
• Costruttore	--	--	--
• Tipo	--	--	--
• Tensione nominale	Un	V	--
• Corrente nominale	In	A	160
• Campo di taratura relè termici (a 35°C) It		A	Non presenti
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C)		Im	A Non presenti
• Potere d'interruzione nominale a 415 Vca		Icu	kA -

7.14.7 Relé termico

Qualora non sia tecnicamente possibile utilizzare interruttori automatici specifici per protezione motore, saranno utilizzati relè termici del tipo elettronico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi d'intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto.

Saranno della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i dispositivi di protezione per corto circuito, secondo i consigli della casa costruttrice.

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

7.14.8 Avviamento di motori tramite Soft Start

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

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

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

7.14.9 Avviamento di motori tramite Inverter

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

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

Tutti gli avviamenti inverter devono essere muniti di:

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

7.14.10 Amperometro e voltmetro analogico

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

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

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

7.14.11 Analizzatore d'energia da quadro

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

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

All'interno dell'apparecchio sono impostabili fino a otto contatori per energia attiva e reattiva, con mantenimento dei dati in caso di mancanza di tensione.

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

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

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

7.14.12 Trasformatori di corrente

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

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

7.14.13 Alimentatori stabilizzati ridondati

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

Ingresso 230/400 Vca +/- 15%

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

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

kHz

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

7.14.14 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro

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

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

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

7.14.15 Pulsanti – selettori – portalampada

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

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

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

7.14.16 Lampade di segnalazione a LED

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

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

7.14.17 Relé ausiliari

- Tipo di servizio: continuo
- Numero e funzione dei contatti: secondo schema, normalmente pari a 4 CO
- Portata contatti: 6 A
- Potere d'interruzione ($L/R = 40 \text{ ms}$): 0,5 A c.a.
- Durata elettrica dei contatti (n. manovre al potere d'interruzione): * 105
- Durata meccanica (n. manovre): 106

7.14.18 Ventilatori e filtri EMC per circolazione aria all'interno dei quadri

I ventilatori, per portata d'aria da 20 a 105 m³/h, saranno muniti di ventilatore assiale con motore a poli separati, tensione nominale 230 Vca e con cuffia di protezione che ne conferisce un grado di protezione IP 56.

Sia il ventilatore, sia i filtri d'espulsione dell'aria calda devono essere muniti di protezione EMC.

7.14.19 Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche

I telai girevoli per Rack 19" saranno montati all'interno di quadri di dimensioni di base 800x600 mm.

Essi saranno sia per montaggio completo a tutta altezza, sia per montaggio parziale nella zona superiore; in entrambi i casi idonei per sostenere una massa fino a 350 kg.

I telai saranno completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

7.14.20 Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche

I telai fissi per Rack 19" saranno montati all'interno di quadri di dimensioni di base 600x600 mm; in questo caso l'armadio deve essere munito di porta posteriore apribile, d'acciaio pieno munita di serratura come indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"

I telai saranno completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

7.14.21 Morsettiere

Le morsettiere saranno in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità di isolamento; esse dovranno risultare facilmente componibili e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti.

Ogni morsetto sarà numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti sarà 2,5 mm² per i circuiti ausiliari e 4 mm² per gli altri; i morsetti saranno muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

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

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

Le morsettiere di ciascuna utenza devono tassativamente essere singolarmente protette con schermo o cuffia o analogo, al fine di prevenire contatti accidentali con gli attrezzi degli operatori;

ciò significa che non è sufficiente il grado di protezione IP 20 per le morsettiere con tensione superiore a 50 V, verso terra, ma che è richiesta una protezione aggiuntiva.

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

- a) cavi per segnali 4 * 20 mA cc, d'alimentazione di strumenti elettronici
- b) cavi per circuiti a corrente alternata o continua;
- c) cavi per segnali in frequenza;
- d) cavi per correnti continue riguardanti sistemi a logiche statiche.

Per il numero di riserve da prevedere per quanto riguarda:

- le alimentazioni
- le morsettiere elettriche
- i connettori

Essi non saranno inferiori al 20% del totale richiesto.

I morsetti delle morsettiere saranno accettati solo se di costruzione Phoenix o Weidmuller.

7.14.22 Cablaggio elettrico

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

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

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

Dimensionamento della canalina di PVC auto estinguente con un grado di riempimento non superiore al 70%.

Sezione minima della sbarra di terra interna di sezione non inferiore a 100 mm².

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

7.15 Quadri di distribuzione di tipo AS

I quadri di tipo AS sono quadri realizzati sia con involucri, porte, sbarre, staffe, sostegni, ecc., ecc., sia con apparecchiature modulari costruite dalla stessa Società e da quest'ultima certificati come quadri di tipo AS, secondo quanto indicato nella norma CEI 17/13, e dalla stessa Società certificato come conforme.

Il quadro, del tipo da parete con grado di protezione IP 55, è accessibile solo sul fronte e consente l'accesso alle apparecchiature ed alle morsettiere senza necessità di togliere tensione alle barrature principali di distribuzione.

Gli interruttori automatici sono provvisti di relé di massima corrente per la protezione da corto circuito e da sovraccarico, nonché di relé differenziale con soglia regolabile in sensibilità ed in tempo di ritardo dell'intervento.

L'interruttore generale del quadro non è provvisto di protezione differenziale, poiché a monte di esso è previsto un interruttore di tipo differenziale.

Nel cablaggio sono rigorosamente evitate giunzioni intermedie e le percorrenze di conduttori su parti metalliche che presentano spigoli vivi.

Tutte le apparecchiature sono corredate di una targhetta fissata sulle portelle esterne, in corrispondenza delle varie apparecchiature e di un'altra simile all'interno sulla apparecchiatura stessa onde consentire una sicura individuazione delle funzioni dei vari componenti.

All'interno del quadro è prevista una barra di rame di terra, quale collettore equipotenziale principale.

Per quadri AS con superficie frontale maggiore di 05 m² è richiesta una colonna laterale, con apertura separata da quelle delle apparecchiature, di arrivo e gestione cavi.

Per le caratteristiche delle apparecchiature si veda lo schema elettrico relativo.

8 APPARECCHIATURE DI MEDIA TENSIONE

8.1 Quadri di media tensione

8.1.1 Descrizione

Quadro di media tensione isolato in gas SF₆, in esecuzione blindata a semplice sistema di sbarra avente:

- Il quadro è esente da manutenzione a vita, completamente certificato e isolato in SF₆.
- La capsula di contenimento del gas SF₆ è completamente saldata (esente da guarnizioni) quindi ermetica a vite. La capsula è costruita in acciaio inox.
- Gli isolatori passanti, così come tutti gli organi di manovra, sono saldati direttamente sulla capsula di contenimento SF₆ (esenti da guarnizioni).
- L'ermeticità del quadro è garantita per un periodo > di 30 anni.
- I pannelli singoli vengono affiancati e collegati per mezzo di sbarre omnibus isolate all'esterno delle capsule di contenimento del gas SF₆.
- Non sono richiesti lavori con il gas SF₆ nella fase di montaggio, ampliamento ed esercizio del quadro.
- I comandi del sezionatore a 3 posizioni e dell'interruttore sottovuoto sono posti all'esterno della capsula SF₆ e sono facilmente accessibili. I comandi, così come gli apparecchi, sono garantiti esenti da manutenzione.
- Trasformatori di corrente e di tensione sono alloggiati all'esterno della capsula in SF₆. I cavi vengono allacciati comodamente dal fronte.

8.1.2 Capsula di contenimento del gas SF₆

La pressione del gas nella capsula non supera i 0,5 bar a 45 °C di temperatura ambiente.

La pressione del gas misurato è compensata in temperatura.

8.1.3 Sezionatore a 3 posizioni

Il sezionatore rotativo sottocarico a 3 posizioni viene utilizzato per più funzioni : CHIUSURA, APERTURA E MESSA A TERRA.

Tipicamente il sezionatore sottocarico a 3 posizioni è a comando manuale (opzione per comando a motore).

Solo nel caso di “Protezione Trasformatore” l'apertura del sezionatore a 3 posizioni è collegato ai fusibili ad alto potere di rottura ed il comando è manuale (ad accumulo di energia solo per lo sgancio).

Il sezionatore sottocarico e il sezionatore di terra sono facili da manovrare e sono interbloccati meccanicamente. Il comparto fusibili così come l'accesso ai cavi MT sono possibili solo a derivazione chiuso a terra.

8.1.4 Comparto cavi

L'accesso cavi è accessibile dal fronte.

La porta cavi MT è accessibile solo con derivazione chiusa a terra.

Le terminazioni cavo sono studiate per poter accettare qualsiasi tipo di terminale a T. La prova cavi è possibile direttamente sul terminale a T senza scollegamento dei cavi stessi.

8.1.5 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente sono del tipo toroidale trifasi monoblocco. Sono montati all'esterno della capsula SF₆ a potenziale di terra, direttamente sugli isolatori passanti della derivazione.

È possibile montare TA toroidali anche sui cavi di derivazione.

I trasformatori di tensione sono del tipo metallicamente incapsulati; essi sono estraibili e vengono alloggiati all'esterno della capsula SF₆ sia sulla derivazione che sulle sbarre omnibus.

I trasformatori di corrente e tensione per le celle misura possono essere del tipo convenzionale o del tipo combinato.

8.1.6 Sbarre omnibus

Le sbarre omnibus sono collocate all'esterno della capsula SF₆ e sono metallicamente segregate dal resto del quadro; le sbarre omnibus consistono in tondi di rame con isolamento in gomma siliconica. E' possibile l'ampliamento senza lavori col gas SF₆.

8.1.7 Carpenterie

Le carpenterie sono di lamiera zenzimir zincate. Le parti frontali sono trattate con verniciatura a polvere di tonalità Ergograu.

Per l'allacciamento cavi ogni cella è munita di piastre di ancoraggio orientabili in larghezza e profondità.

8.1.8 Fusibili

Le camere portafusibili sono unipolari e collocate all'esterno della capsula SF₆. Le stesse sono accessibili con derivazione chiusa a terra.

8.1.9 Lampade di presenza tensione

Il quadro in esecuzione standard è provvisto di indicatori di presenza tensione (3 pezzi per quadro se non diversamente specificato).

8.1.10 Cassonetti di bassa tensione

Sono fornibili in 2 esecuzioni :

h = 600 mm. (standard)

h. = 900 mm (opzionale)

8.1.11 Montaggio

Gli scomparti possono essere spediti in gruppi di celle completamente assiemate.

I montaggi vengono eseguiti senza lavoro con gas SF₆.

8.1.12 Dati tecnici

• Tensione nominale	(kV)	12	24
• Tensione di esercizio	(kV)	10	20
• Tensione di prova :		Lista 2	Lista 2
Ad impulso	(kV)	75	125
A frequenza industriale	(kV)	28	50
• Frequenza	(Hz)	50	50
• Corrente nominale delle sbarre	(A)	630	630
• Corrente nominale alimentazioni	(A)	630	630
• Corrente nominale cella Linea	(A)	400/630	400/630
• Corrente nominale cella Trasformatore	(A)	200	200
• Potere di stabilimento nominale			
per derivazione linea	(kA)	50	40
per derivazione trasformatore	(kA)	25	25
per interruttore	(kA)	50	40
• Corrente di c.to c.to per 1 sec.	(kA)	20	16
• Isolamento	SF ₆	< 0,5 bar	

8.1.13 Dimensioni delle celle

Tipico	Larghezza
Linea	350 mm
Trasformatore	500 mm
Interruttore	500 mm
Misura, con trasformatori convenzionali	850 mm
con trasformatori incapsulati	600 mm
Congiuntore con sezionatore (1 cella) :	500 mm
Pareti di chiusura laterali (ogni lato)	10 mm
Altezza senza cassonetto BT	1400 mm
con cassonetto BT	2000 mm
Profondità (compresa distanza da parete)	780 mm
Distanza minima di rispetto (retro e laterale)	50 mm

9 GRUPPI STATICI DI CONTINUITA'

9.1 UPS Alimentazione sistema di automazione e supervisione

- Tipo di UPS Green Power 2.0 MASTERYS Trifase o equivalente
- Potenza 15 kVA / 12 kW
- Configurazione singolo(i) con by-pass
- Ingressi rete, raddrizzatore e by-pass Ingresso raddrizzatore ed ingresso by-pass separati
- Tensione di ingresso/uscita Raddrizzatore : 400 V Trifase + neutro
By-pass : 400 V Trifase + neutro
Uscita : 400 V Trifase + neutro
- Frequenza d'ingresso e di uscita 50 Hz / 50 Hz
- Schema di collegamento di terra a monte/a valle
Il neutro è passante ed isolato dalla carcassa.
- Fattore di potenza ammissibile senza declassamento della potenza attiva
0.1 ind to 0.9 cap
- Autonomia a 25°C Batteria 15 min - Piombo ermetico
Montaggio in armadio - Vita attesa 10 anni (secondo EUROBAT)
- Gestione Sinottico con display grafico + connessione LAN (rete Ethernet).
- Telegestione 2 slot disponibili per schede di comunicazione opzionali tipo collegamento seriale RS485, contatti a secco

10 SISTEMA DI AUTOMAZIONE E SUPERVISIONE

I sistemi di automazione e supervisione sono collegati da una fibra ottica 4 coppie OM3 50/125 .

10.1 Descrizione sistema di gestione ed automazione impianto di potabilizzazione

Il sistema di controllo di processo è organizzato su una struttura gerarchica organizzata di controllori a forma piramidale.

Alla base della catena di controllo “Livello di campo” sono presenti i componenti di processo: strumenti, sensori, attuatori, sistemi di azionamento a velocità controllata dei motori elettrici. Tali componenti sono collegati al livello superiore “Livello di controllo” mediante segnali digitali ed analogici di tipo tradizionale ed in alcuni casi (sistemi di azionamento a velocità controllata dei motori elettrici) tramite rete Ethernet con protocollo di comunicazione ModBus TCP/IP.

Il “Livello di controllo” è costituito dal controllore a logica programmabile PLC, installato a bordo del quadro QE-PLC.

Questo funziona come anello di congiunzione fra il livello di campo ed il livello superiore “Livello di operazioni”.

Il PLC gestisce tutte le logiche ed il funzionamento dell’intero impianto di dissalazione.

Il “Livello operazioni” costituisce l’interfaccia HMI (Human Machine Interface) dell’intero processo e si compone da un pannello operatore 15”, installato a fronte del quadro QE-PLC, mediante il quale l’operatore può controllare e comandare il processo dell’impianto.

Questo livello è costituito dal sistema di supervisione tipo SCADA.

All’interno del pannello sono installate le suite software che permettono la progettazione ed engineering delle logiche di controllo dell’impianto, la storicizzazione dei dati acquisiti, la gestione dell’energia e le operazioni di manutenzione dell’impianto.

Nel progetto sono previsti in generale i seguenti elementi principali suddivisi sui vari livelli gerarchici:

A “Livello di campo” è previsto il seguente hardware:

- Analizzatori di rete collegati sulla rete Ethernet.
- Quadri package collegati sulla rete Ethernet.
- Inverter collegati sulla rete Ethernet.
- UPS collegati sulla rete Ethernet.
- Strumenti collegati sulla rete Ethernet.

A “Livello di controllo” è previsto il seguente hardware:

- QE-PLC

PLC tipo SCHNEIDER serie MODICON M580 o equivalente (**Nello specifico saranno di fornitura dell’impresa aggiudicataria la seguente componentistica del PLC a esclusione della sola CPU BMEP581020**) installato presso il locale quadri MT/BT, atto a ricevere i segnali di tutti i quadri di MT e BT, delle utenze motorizzate, dei quadri package, dei quadri pneumatici, delle valvole e della strumentazione a servizio dell’intero impianto.

Questo PLC sarà collegato tramite rete RS485 Modbus RTU alla RTU del committente tipo SOFREL serie S550 installata entro medesimo quadro esistente QTC.

Sarà inoltre installato all'interno del quadro un box ottico predisposto per 2 fibre ottiche a 4 coppie, che saranno tutte attestate.

Il quadro si completa con:

- Alimentatore 400Vca/24Vcc – 40 A
- N°2 switch di rete con:
 - n°22 porte ethernet RJ45 10/100BASE-TX
 - n°2 porte ottiche 100BASE-FX
- Box ottico

A “livello di operazioni” è previsto il seguente hardware:

- Pannello 15” installato a fronte quadro QE-PLC, con installata licenza tipo SCADA per gestione fino a 5.000 I/O completa di licenza SERVER.

L'interfacciamento uomo/macchina dell'impianto sarà affidato ad esso.

I collegamenti di rete e la configurazione HW a livello di schede I/O e rack di ampliamento sono rappresentati nello schema a blocchi allegato al presente progetto.

La modularità delle schede I/O utilizzata è la seguente:

- Schede Digital Input 32 ingressi / 24 Vcc
- Schede Digital Output 32 uscite / 24 Vcc
- Schede Analog Input 8 ingressi / 4-20 mA
- Schede Analog Output 8 uscita / 4-20 mA
- Schede comunicazione Ethernet
- Schede comunicazione RS485 Modbus RTU
- Schede comunicazione Profibus

Le schede digitali (sia ingresso sia uscite) sono complete di morsettiere di appoggio complete di relè a 24 Vcc per disaccoppiamento dei segnali da/a campo.

Le schede analogiche (sia ingresso sia uscite) sono complete di separatori di segnale tipo SENECA serie K109 o equivalente.

Interfaccia HMI sistema di supervisione

Il sistema di supervisione deve essere di facile intuizione e deve essere formato dal seguente numero minimo di pagine grafiche:

- Pagina principale.
- Minimo n°20 pagine dedicate all'intero impianto di depurazione.
- Minimo n°5 pagine dedicate agli allarmi.
- Minimo n°5 pagine dedicate all'impostazioni di funzionamento generali dell'impianto.
- Minimo n°5 pagine dedicate allo storico dell'impianto.
- Minimo n°5 pagine dedicate ai TREND di funzionamento dell'impianto.
- Minimo n°5 pagine dedicate alle ore di funzionamento di ogni singola utenza e/o quadro package.

Tutti i componenti Hardware del sistema di automazione e supervisione (comprese interfacce e relè di interfaccia) sono alimentati da un UPS dedicato della potenza nominale di 15 kVA – aut. 15 minuti – 400/400 Vca.

Considerato che tutta la strumentazione di processo è alimentata dai quadri PLC, anch'essa risulta alimentata sotto UPS.

La logica di funzionamento dell'impianto dovrà essere concordata con il processista dell'impianto e con la Direzione Lavori.

10.2 Gestione utenza

Prima di descrivere la logica di gestione dell'utenza vengono descritti le tipologie di comando locale adottate.

Ogni utenza in campo è completa di un selettore a 3 posizioni:

- MANUALE
- 0 (posizione lucchettabile)
- AUTOMATICO

Nella posizione di MANUALE l'utenza viene avviata.

Nella posizione di AUTOMATICO la gestione dell'utenza è rimandata al PLC.

Il comando locale si completa con le seguenti apparecchiature:

- Sezionatore di potenza a 4 poli, dove il 4° polo viene utilizzato per riportare lo stato del sezionatore di potenza al sistema di automazione e supervisione. Lo stato del sezionatore è inoltre riportato al quadro di potenza.

Nel caso di utenza con avviamento con inverter, nel funzionamento in MANUALE l'utenza funziona ad una velocità fissa impostabile dal sistema di supervisione.

10.3 Gestione comandi da supervisione

La gestione dei comandi da supervisione è stata divisa in due tipologie: comandi in manuale e comandi in automatico.

La differenza tra le due consiste nel fatto che, mentre per l'automatico il PLC controlla che tutto il ciclo sia svolto secondo la logica descritta nelle pagine che seguono, evitando errate manovre e agendo autonomamente al mutare delle condizioni d'esercizio, nel manuale è l'operatore che decide liberamente come gestire l'impianto lasciando al PLC il solo compito di vigilare la sicurezza delle sole singole macchine.

Detto questo, come illustrato e descritto nelle pagine successive, il processo è stato suddiviso in vari cicli di funzionamento, opportunamente interfacciati gli uni agli altri, i quali possono essere comandati direttamente dalla supervisione centrale.

COMANDI IN MANUALE

Ogni macchina, in supervisione, ha dedicato una finestrella, la quale si attiva cliccando sulla grafica dell'utenza stessa. Qui, oltre alle segnalazioni varie e agli allarmi, si trovano alcuni pulsanti funzione. Fra questi vi è un pulsante con su scritto manuale. Cliccando su questo, l'utenza è automaticamente esclusa da eventuali cicli in automatico, vedi capitolo successivo, e può essere ora gestita in manuale dall'operatore, direttamente dalla supervisione.

I comandi che si possono impartire sono gli stessi del fronte quadro o del comando locale, start-stop per un motore, apri/chiudi per una valvola, ecc. Il PLC controlla esclusivamente le sicurezze di macchina (relè termico, sovrappressione, ecc.) spetta all'operatore la responsabilità di ponderare, in subordinazione ad eventuali situazioni di allarme, massimi livelli, ecc., ogni comando.

COMANDI IN AUTOMATICO

L'operatore trova, sulle pagine rappresentanti il processo in prossimità delle macchine, un pulsante "SETPOINT" attraverso il quale accede alla finestra ove sono riportati i comandi e le impostazioni, le quali predispongono e quindi inseriscono il ciclo in automatico. Per quanto riguarda modi e tipo di comando si rimanda il lettore ai capitoli descrittivi dei vari cicli.

Su ogni pulsante vi è la descrizione breve del tipo di comando che si va ad impartire. A questo punto l'operatore, cliccando sul pulsante scelto, impartisce il comando al ciclo.

Il computer di supervisione invia quindi il comando al PLC, e sul selettore sarà visualizzato lo stato del comando. Ora il ciclo è in funzione nel modo selezionato dall'operatore.

Nel momento in cui una macchina coinvolta nel ciclo va in allarme, il ciclo si arresta.

L'operatore deve ora risolvere il problema che ha generato l'allarme e, se si tratta di un allarme utenza, resettarla. Fatto questo il ciclo ritorna a funzionare regolarmente. Nel caso l'allarme fosse stato generato da quadro package o da utenze non controllate direttamente, non esiste un ripristino (RESET), è sufficiente eliminare la causa di guasto.

Bisogna inoltre ricordare che ogni macchina ha, in supervisione, una sua finestrella per la gestione della stessa, con le varie segnalazioni, allarmi, ed alcuni pulsanti funzione. In particolare, in questo capitolo, va considerato il pulsante "AUTO", il quale deve essere premuto in tutte le utenze che fanno parte del ciclo che si vuole mettere in automatico. Infatti, al fine di processare le successive logiche di funzionamento, è indispensabile che le macchine coinvolte siano non in allarme, in condizioni di automatico in supervisione ed in condizioni di comando remoto in campo. Le segnalazioni "AUTO" come "REMOTO" sono visualizzate vicino ad ogni utenza tramite dei quadratini colorati di verde, i quali si colorano di un giallo lampeggiante qualora i segnali venissero a mancare.

Vi sono poi alcune logiche funzionali che non richiedono tali condizioni. Nella descrizione dettagliata di queste, sono bene definite e descritte le particolari modalità di funzionamento.

10.4 Gestione allarmi

Gli allarmi che si producono nella gestione dell'impianto, sia fisici e quindi direttamente legati alle macchine coinvolte nei vari processi, sia elaborati e cioè prodotti direttamente dal software, esempio per mancati comandi impartiti dai vari PLC, sono resi disponibili all'operatore.

Prima di passare alla descrizione della vera e propria gestione dell'allarme e cioè riconoscimento, tacitazione, reset, è importante definire quali sono i punti di visualizzazione di tali allarmi.

I punti di visualizzazione saranno:

- ❑ Postazione di supervisione, posta sul pannello installato a fronte quadro PLC.

Tutti gli allarmi generati durante l'esercizio dell'impianto, devono, al fine d'essere riconosciuti, acquisiti e resettati nei due punti di visualizzazione sopra descritti, seguendo un preciso iter.

L'allarme viene rilevato dal PLC e da qui trasmesso al sistema di supervisione.

A questo punto l'allarme viene visualizzato nel seguente:

- ❑ sulla supervisione lampeggia in rosso la grafica rappresentante l'utenza in allarme, nonché appare sulla finestra allarmi non riconosciuti la dicitura con l'item della macchina in allarme e la descrizione estesa del tipo di guasto, se l'operatore in supervisione clicca sulla grafica dell'utenza in allarme, si apre una finestrella nella quale vengono visualizzati tutti i vari comandi impartibili

a tale utenza e la lista dei relativi allarmi generabili da essa, si illumina un LED associato alla dicitura dell'allarme in corso;

A questo punto, l'operatore addetto deve cliccare sul pulsante di riconoscimento in supervisione. Una volta cliccato, il sistema di supervisione, essendo ora l'allarme riconosciuto dall'operatore, trasferisce la dicitura di allarme nella finestra degli allarmi riconosciuti ma ancora attivi.

Ora, l'operatore, informato del tipo di guasto avvenuto e di quale utenza si tratta, dovrà intervenire per eliminare l'anomalia secondo le disposizioni ricevute.

Ora, l'utenza, non è più in allarme, però non è ancora disponibile per i comandi automatici, lo è invece per i comandi manuali da supervisione.

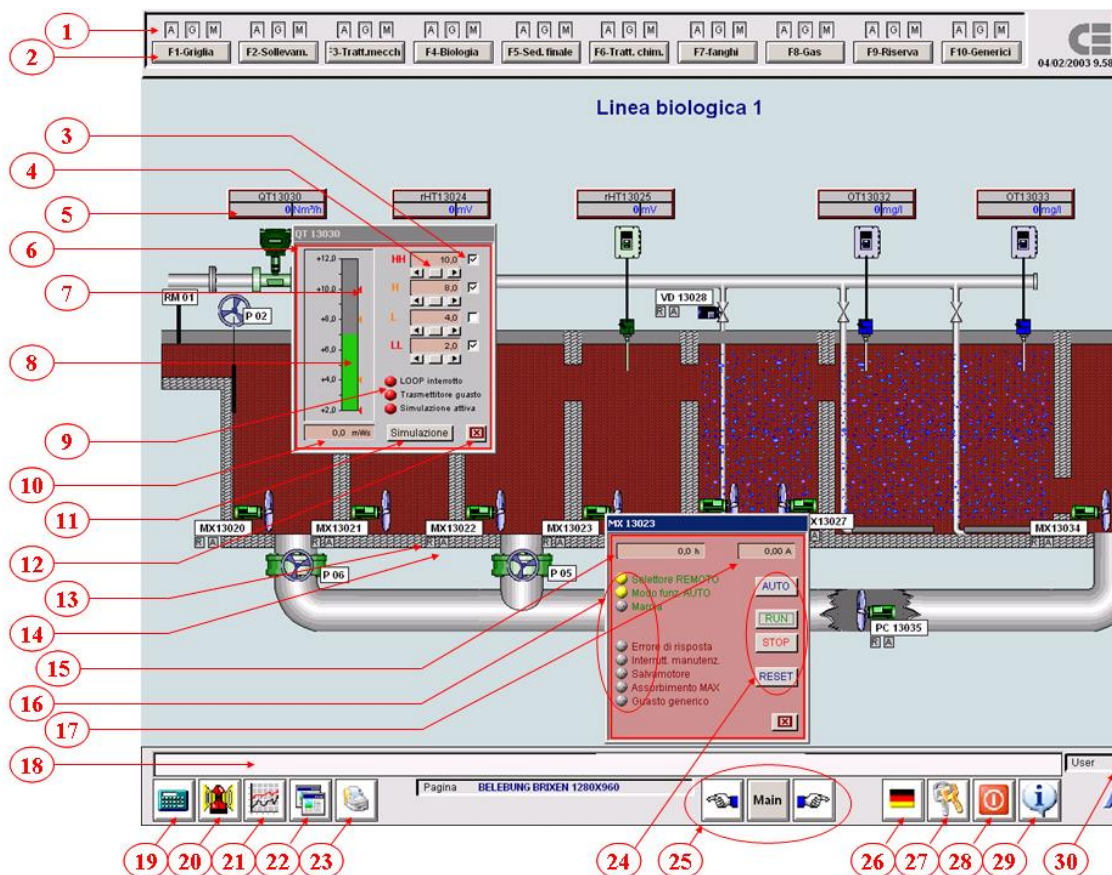
Per renderla disponibile ai comandi automatici è necessario resettare gli allarmi memorizzati manovrando sul posto il selettore del comando locale, dalla posizione di automatico a quella di manuale, per poi ritornare su automatico.

Quindi la dicitura d'allarme scompare dalla finestra degli allarmi riconosciuti, per essere archiviata nella finestra degli allarmi storici.

10.5 Descrizione pagine video

In generale ogni pagina video è composta nella parte centrale dalla grafica visualizzante la parte di processo con tutte le macchine, le misure, i pulsanti per impartire i comandi ai vari cicli, nella parte bassa la stringa degli allarmi, nell'estremità in basso i pulsanti software per accedere ai vari programmi associati, esempio report, trend, ecc.

Nella parte in alto si trovano i tasti per la navigazione tra le pagine principali dei reparti principali con i rispettivi indicatori di guasto generico.



Legenda

1. Indicatori di stato suddivisi in tre categorie (allarme, guasto, avviso) per ognuno dei 10 reparti d'impianto.
2. Tasti di navigazione per accedere da ogni pagina alle pagine principali di ogni reparto.
3. Tasti per l'attivazione o la disattivazione delle 4 soglie impostabili nella finestra di dettaglio dei valori di misura.
4. Impostazione delle soglie tramite tastiera oppure mouse.
5. Indicazione del valore di misura, dell'unità, della denominazione dell'oggetto e segnalazione di guasto tramite bordo rosso lampeggiante. Cliccandovi appare la finestra di dettaglio.
6. Bordo rosso lampeggiante per segnalare l'errore di comunicazione con il PLC.
7. Indicazione delle 4 soglie impostate (HH/H/L/LL).
8. Indicazione del valore di misura in formato Bargraph.
9. Segnalazioni di guasto (LOOP interrotto / trasmettitore guasto / simulazione della misura attiva).
10. Indicazione del valore di misura in formato digitale.
11. Tasto per l'attivazione della simulazione del valore di misura.

12. Tasto per chiudere la finestra.
13. Indicazione del selettore in campo (verde con la lettera "R" per posizione comando remoto / giallo lampeggiante con lettera "L" per comando locale).
14. Indicazione del modo di funzionamento selezionato sullo SCADA (verde con la lettera "A" per modo automatico / giallo lampeggiante con lettera "M" per modo manuale).
15. Finestra di dettaglio macchina con indicazione delle ore di funzionamento, che si richiama cliccando sul simbolo del motore.
16. Indicazione di dettaglio dei segnali di stato della macchina.
17. Indicazione della corrente assorbita.
18. Indicazione dell'allarme non riconosciuto più vecchio.
19. Tasto per aprire la calcolatrice di Windows.
20. Tasto per visualizzare la pagina contenente in giornale allarmi.
21. Tasto per visualizzare le curve trend.
22. Tasto per visualizzare il protocollo giornaliero, mensile e annuale.
23. Tasto per fare una stampa della schermata attuale.
24. Tasti per il comando manuale della macchina, per la commutazione al modo automatico e per resettare gli allarmi memorizzati.
25. Tasti di navigazione (pagina precedente / pagina principale / pagina seguente).
26. Tasto per la scelta della lingua.
27. Tasto per la registrazione dell'utente.
28. Tasto per terminare l'applicazione SCADA.
29. Tasto per consultare la descrizione funzionale dell'impianto.
30. Indicazione dell'utente registrato al momento.

10.6 Descrizione pop-up utenze, misure

In generale ogni utenza o misura gestita dal sistema d'automazione ha un proprio pannellino pop-up di gestione. Qui, sono raggruppate tutte le segnalazioni, i comandi, le misure, le soglie, ecc, che fanno parte dell'utenza o della misura stessa. Questo in generale è diverso se si tratta di utenza o di misura.

POP-UP UTENZE:

Il cursore nella pagina video quando passa sopra alla grafica della macchina si trasforma da freccina verde, indicando quindi la possibilità di cliccare. Cliccando col mouse si apre quindi il pannellino pop-up, che è così composto:

- nella parte estrema in alto viene riportato l'item della macchina;
- pulsanti per inserire la macchina in automatico, cioè gestibile dal PLC, per il funzionamento in manuale da supervisione con i relativi pulsanti di marcia, arresto, apri, chiudi, ecc;
- finestrella per la visualizzazione della corrente assorbita (se disponibile), e/o della frequenza di lavoro (se disponibile);
- pulsante per il reset a distanza della macchina;
- visualizzazione degli stati, allarmi.

Vi sono poi i pannellini pop-up delle utenze che non sono gestite dal sistema d'automazione, ma che s'interfacciano con questo per il riporto di stati e allarmi. In questi sono unicamente visualizzate tali segnalazioni. Manca chiaramente tutta la parte dei pulsanti di comando.



Utenza normale

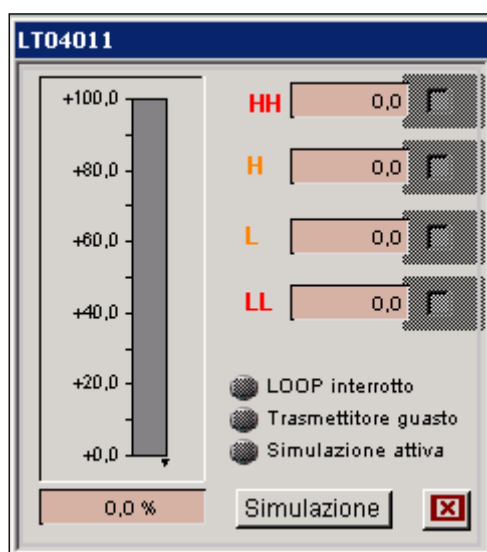


Quadro package

POP-UP MISURE

Il cursore nella pagina video quando passa sopra alla grafica della misura, si trasforma in freccina verde, indicando quindi la possibilità di cliccare. Cliccando col mouse si apre quindi il pannellino pop-up, che è così composto:

- ❑ nella parte estrema in alto è riportato l'item della misura;
- ❑ nella parte sinistra del pannellino è raffigurata una barra luminosa progressiva 0-100% della misura;
- ❑ nella parte destra vi sono quattro soglie impostabili, extra minimo, minimo, massimo, extra massimo, abilitabili a piacere, le quali generano allarme.
- ❑ Attenzione, allarmi generati da tali soglie non provocano nulla sulla gestione della logica funzionale processata dal PLC. Servono solo come avvertimento o promemoria all'operatore in supervisione.
- ❑ nella parte bassa vi è il pulsante “by-pass misura da campo” e la finestra per inserire il nuovo valore da operatore. Tale possibilità è stata creata per ovviare ad eventuali rotture dei sensori di misura e poter comunque procedere col processo. Nel momento in cui l'operatore decide di utilizzare tale possibilità è lui responsabile di quello che può accadere, considerando che in campo non ha più il sensore ma che il valore di misura è stato fissato da lui stesso. In ogni modo, per ricordare all'operatore tale by-pass, la grafica nella pagina video della misura cambia colore e viene attivata segnalazione di avviso generica del reparto;
- ❑ nella parte bassa vi è poi la finestra con l'indicazione del valore di misura e dell'unità ingegneristica;
- ❑ nell'estremità in basso del pop-up vi sono riportate le diciture degli allarmi di misura.



Misura

10.7 Ore di funzionamento

Nei vari PLC per ogni utenza sono programmati dei contatori delle ore di funzionamento a 32 Bit con una risoluzione di 6 minuti. Questi contatori vengono visualizzati in supervisione negli appositi pop-up utenze, inoltre queste vengono date a disposizione al programma per la gestione della manutenzione.

10.8 Errore di mancata risposta

Il PLC per ogni uscita digitale che va comandare un'utenza va a verificare il corretto funzionamento di questo. Cioè vuol dire che dando il comando di marcia ad una utenza questa entro un certo tempo deve segnalare il funzionamento tramite un apposito ingresso digitale. Trascorso il tempo massimo l'utenza va in allarme di mancata marcia. Questo controllo è attivo anche per l'arresto dell'utenza. Il tempo massimo è impostabile per ogni utenza nell'apposito pannello pop-up dell'utenza.

10.9 Misure di livello

Per le misure di livello montate nei pozzi e serbatoi il valore misurato deve essere rappresentato nelle pagine grafiche sia come distanza (m) che come volume (m³). Per questo il Software PLC utilizza delle curve di linearizzazione.

10.10 Misure di portata

Per tutte le misure di portata i PLC contengono un contatore assoluto (32 Bit) e due contatori giornalieri (16 Bit) uno per il giorno corrente e uno per il giorno precedente. Questi valori di conteggio vengono rappresentati nei pannelli pop-up delle relative misure e messa a disposizione al software per l'archiviazione dei dati.

11 INDICAZIONI DELLE GRANDEZZE FISICHE E DELLE PRESTAZIONI OGGETTO DI GARANZIA DA VERIFICARE (COLLAUDI)

11.1 Oggetto di verifica delle prestazioni (collaudi)

Oggetto di verifica saranno tutte le grandezze fisiche e le prestazioni (collaudi) di seguito indicate.

Le verifiche saranno, come minimo le seguenti:

- Analisi degli schemi e dei piani d'installazione
- Verifica della consistenza, della funzionalità e dell'accessibilità degli impianti
- Controllo dello stato degli isolanti e degli involucri
- Accertamento dell'idoneità del materiale e degli apparecchi
- Verifica dei contrassegni di identificazione, dei marchi e delle certificazioni
- Verifica dei gradi di protezione degli involucri
- Controllo preliminare dei collegamenti a terra dei componenti di classe 1
- Verifica dei tracciati per le condutture incassate
- Controllo di sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti
- Idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi
- Verifica dell'isolamento nominale dei cavi e della separazione fra condutture differenti
- Controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi
- Controllo dell'accessibilità per interventi operativi e di manutenzione
- Dispositivi di sezionamento e interruzione conformi a norme CEI 64-8
- Apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza
- Identificazione dei conduttori e dei dispositivi di manovra e di protezione
- Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti
- Verifica delle protezioni contro i contatti diretti
- Verifica delle protezioni contro gli effetti termici e l'incendio
- Controlli dell'idoneità e della funzionalità dei quadri
- Controllo del dimensionamento e dei provvedimenti di protezione dei quadri
- Prove di continuità dei circuiti di protezione
- Prova di funzionamento alla tensione nominale
- Prove d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva
- Prova di intervento degli interruttori differenziali
- Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto
- Misura della resistenza del conduttore di protezione
- Misura della caduta di tensione

- Controllo del coefficiente di stipamento
- Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego, portate dei conduttori e caratteristiche d'intervento dei dispositivi di protezione da sovraccarico
- Controllo di coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri d'interruzione degli apparecchi; correnti di picco e di breve durata massime ammissibili negli ACF
- Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, integrale di Joule e sollecitazioni termiche specifiche ammissibili nelle linee durante il corto circuito.
- Accertamento dei livelli di selettività dei dispositivi di protezione
- Verifica delle sezioni del conduttore di terra e dei conduttori di protezione
- Controllo del coordinamento fra dispersore di terra e dispositivi d'interruzione del guasto a terra
- Misura della resistenza del dispersore

11.2 Oggetti di verifica presenziata delle prestazioni (collaudi), al termine della costruzione in stabilimento e prima della spedizione.

Oggetto di verifica presenziata da parte del Committente, o da suoi incaricati, saranno le seguenti apparecchiature:

- Quadri di bassa tensione, ivi comprese tutte le apparecchiature ANS;

L'Appaltatore per il collaudo di ogni apparecchiatura summenzionata, entro 30 giorni dalla consegna dei lavori dovrà presentare, l'elenco delle prove presenziate che intenderà effettuare.

In quella sede e per ogni prova, sarà consegnata una scheda indicante la procedura che si seguirà per la stessa ed i valori minimi che si potranno ottenere, oltre i quali la prova non sarà valida.

Qualora la prova di collaudo abbia esito negativo, sarà fissata una nuova data di collaudo.

Nel secondo collaudo e durante gli eventuali successivi potranno essere ripetute, ad insindacabile giudizio del / dei collaudatori, una parte o tutte le prove, anche se alcune di queste erano già risultate positive durante il / i collaudi precedenti.

Resta inteso fin da ora che le spese del / dei Collaudatori durante il primo collaudo sono a carico dell'Amministrazione Appaltante, mentre tutte le spese relative al secondo collaudo ed ai successivi saranno a carico dell'Appaltatore.

12 CERTIFICAZIONI E / O OMOLOGAZIONI E / O LICENZE RICHIESTE

Al termine dei lavori, prima del collaudo delle opere sarà presentato un documento (in originale più tante copie quante ne chiede il contratto), oltre ad essere inserita in copia nel manuale meccanico, contenente tutti i certificati di collaudo di seguito indicati:

- Tutti i quadri di B.T., compresi i quadretti a bordo macchina saranno corredati di certificato di collaudo, eseguito secondo quanto indicato nelle norme 17-13/1.
- Tutti i trasformatori ausiliari di isolamento e/o di sicurezza saranno corredati di certificati di collaudo in fabbrica.
- Tutti gli interruttori di tipo aperto e di tipo scatolato oltre i 130 A dei quadri, saranno corredati di certificati di collaudo in fabbrica.
- Tutti i TA e TV, saranno corredati di certificati di collaudo in fabbrica.
- Tutti i cavi saranno corredati di certificati di collaudo richiesti.
- Tutti gli strumenti di misura saranno corredati di certificati di collaudo e bollettino di taratura.

Gli elenchi di cui sopra sono da ritenersi non esaustivi e puramente indicativi; dovranno quindi essere presentati anche tutti i certificati, le omologazioni, le licenze richieste dalla Direzione Lavori durante il corso o a fine lavori, od altre ancora se ne veda la necessità.

13 DOCUMENTAZIONE

13.1 Consegna della documentazione tecnica

Le documentazioni allegate al progetto serve per l'elaborazione d'offerta, ma non costituiscono ancora prescrizioni di dettaglio di costruzione.

Tutti gli ulteriori piani e documenti, necessari per una consegna ed un montaggio a regola d'arte, saranno consegnati a cura dell'Impresa e sottoposti alla Committente e al suo rappresentante autorizzato per l'approvazione.

Per l'esecuzione dei disegni valgono le norme pertinenti.

La documentazione da sottoporre ad esame sarà presentata in triplice copia.

Qualora sia rilasciato il “nullaosta all'esecuzione” sulla base di quanto esaminato (con o senza eventuali osservazioni, istruzioni, ecc.), le annotazioni di benessere (data, luogo del rilascio, osservazioni, cambiamenti) saranno annotate sugli originali in un punto bene in vista al di sopra dell'intestazione.

In caso di necessità la Committente potrà richiedere una ulteriore documentazione di integrazione.

Si richiama in modo particolare l'attenzione su come si possa procedere all'esecuzione unicamente sulla base della documentazione benestanziata.

L'approvazione della documentazione dell'Impresa da parte della Committente non solleva quest'ultima dal proprio obbligo di garanzia.

13.2 Documentazione per benessere

L'offerente dovrà fornire la seguente documentazione, in triplice copia, entro un termine di 30 giorni dal conferimento dell'incarico (nota ⁶):

- programma dettagliato di esecuzione e di montaggio.
- dati costruttivi ancora necessari.
- disegni di posizionamento di tutti i gruppi di potenza dimensionamento e qualità dei quadri a secondo delle installazioni; la loro posizione, con una visibile disposizione delle installazioni all'interno dei quadri stessi
- descrizione e documentazione tecnica delle apparecchiature utilizzate.
- disegni di montaggio per le costruzioni ecc.
- schemi complessivi funzionamento per tutti i capitoli con cablaggi ivi riportati.
- schemi logici oppure liste di sequenza per tutti i comandi elettrici.
- schemi di regolazione.
- schemi elettrici per unità tipiche.

⁶ In caso di mancanza di dati precisi valgono le date indicate nella lettera d'invito o nel Capitolato Speciale d'Appalto.

- fogli caratteristici per le apparecchiature più importanti secondo il desiderio della Committente.
- disegni dei dettagli delle disposizioni del banco di comando con tutti i dettagli delle tastiere, elementi luminosi, i simboli, ecc., con descrizione sull'uso e la sequenza.
- documentazione concernente la parte hardware del sistema di automazione.
- liste delle apparecchiature per l'intero volume di consegna, suddivisi per gruppi di potenza e stazioni (utilizzabili quale documentazione dello stato finale), con specificazione del tipo, modello, numero, ecc.
- documentazione dei cablaggi, composta da elenchi cablaggio verificati e completati secondo il modello tratto dai piani dettagliati dei tracciati dei cablaggi.
- altre documentazioni a richiesta del Committente.

Il Committente potrà eventualmente accordare una proroga della scadenza, qualora questa non provochi uno slittamento del termine finale ed un prolungamento del termine complessivo dell'ultimazione dei lavori.

13.3 Documentazione dello stato finale

Gli elaborati dello stato finale saranno consegnati dopo il termine dei lavori e dovranno contenere quanto segue:

- disegni distribuzione, schemi elettrici, disegni cablaggio e morsetti
- disegni allacciamenti, elenchi ed informazioni sui cavi
- distinta base ed apparecchi
- piani posa cavi e disegni delle installazioni
- documentazione software nel senso delle specificazioni tecniche pertinenti
- istruzioni d'uso
- documentazione di manutenzione
- elencazione dei ricambi.

Tutta la documentazione sarà consegnata nella lingua/e richiesta/e e nel numero di copie richieste.

Le planimetrie saranno consegnate come originali riproducibili e in forma arrotolata, mentre gli altri documenti saranno consegnati anche su supporto magnetico, secondo gli standard prestabiliti.

13.4 Progetto costruttivo eseguito dall'Appaltatore

Tutti i disegni necessari, disegni morsetti, schemi elettrici, disegni dettagliati, disegni costruttivi, ecc., anche se non precedentemente indicati, saranno elaborati dall'Appaltatore.

La continuazione dell'elaborazione, le modifiche e il completamento della documentazione più sopra indicata sarà comunque di competenza dell'Appaltatore.

Varrà il principio che sarà solo possibile costruire o installare in base a quella documentazione che

avrà ottenuto l'approvazione dalla Direzione Lavori e/o dalla Committente.

13.5 Prescrizioni per la documentazione

Qualità dei disegni

Tutti i disegni finali, letteratura, ecc., saranno in formato UNI A0, A1, A2, A3, A4.

Salvo indicazione contraria, sia nella descrizione del materiale, sia nella specifica, tutte le dimensioni e le masse saranno espressi secondo il sistema Internazionale d'unità (SI).

Manuale operatore

13.5.1 Scopo

Il manuale deve poter mettere in condizione l'operatore di manovrare l'equipaggiamento e mettere in condizione il personale incaricato alla verifica, controllo, ispezione, ecc. di compiere la propria funzione.

13.5.2 Contenuto

Il contenuto del manuale suddetto dipende dalla natura dell'equipaggiamento; come regola generale sarà suddiviso nei seguenti capitoli:

Sezione 1 - Elenco componenti

Sezione 2 - Operatività

§ Descrizione generale

§ Preparazione prima dell'installazione

§ Primo avviamento

§ Condizioni d'esercizio e controllo

§ Arresto normale

§ Arresto d'urgenza

Sezione 3 - Manutenzione

§ Manutenzione periodica ordinaria

§ Manutenzioni periodiche speciali

§ Tavola lubrificanti e grassi

§ Catalizzatori e prodotti chimici richiesti

§ Controlli per il funzionamento

Sezione 4 - Certificati di collaudo

Sezione 5 - Parti di ricambio e dei componenti § Lista dei pezzi di ricambio e dei componenti
con indicata la quantità dei pezzi

Sezione 6 - Condizioni particolari richieste

13.5.3 Note

Le copie saranno leggibili in tutte le immagini.

Il manuale operatore sarà fornito prima in bozza almeno entro il 50 % della consegna dei materiali, poi in stesura definitiva e commentata entro 30 giorni dall'esito positivo dei collaudi; ogni

modifica o commento richiesto sono a carico del fornitore.

Il fornitore resterà responsabile per tutte le operazioni errate dovute ad insufficienza di indicazioni nel manuale delle apparecchiature di sua fornitura.