

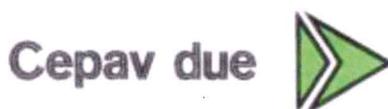
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Brescia-Verona**

### PROGETTO ESECUTIVO

**GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24**

**Impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici**  
**Specifiche tecniche dei materiali**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b> Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)	Valido per costruzione  Data: _____
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	S P	G N 0 4 0 B	0 0 1	A

PROGETTAZIONE							IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	EMISSIONE	TOGNI	03.08.18	MERLIN	03.08.18	03.08.18	
B							
C							

CIG. 751447334A

Stampato dal Service  
di plottaggio ITALFERR S.p.A.  
ALBA s.r.l.



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



**INDICE**

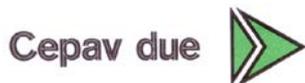
1.	INTRODUZIONE .....	7
1.1.	NOTE RELATIVE A MARCHI COMMERCIALI.....	7
2.	ELENCO ELABORATI .....	8
3.	NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO.....	9
3.1.	NORME DI CARATTERE GENERALE .....	9
3.2.	NORME PER RIFIUTI MATERIALE ELETTRICO .....	10
3.3.	PRODOTTI DA COSTRUZIONE.....	10
3.4.	IMPIANTI DI CABINA, DI MESSA A TERRA ED ALLACCIAMENTI .....	10
3.5.	NORME PER IL CONTROLLO DELLA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI.....	11
3.6.	NORME PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAGLI IMPIANTI .....	11
4.	SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI .....	13
4.1.	QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE .....	13
4.1.1.	<i>Norme di riferimento</i> .....	13
4.1.2.	<i>Dati generali</i> .....	14
4.1.3.	<i>Generalità</i> .....	14
4.1.4.	<i>Messa a terra</i> .....	17
4.1.5.	<i>Sbarre principali</i> .....	18
4.1.6.	<i>Vano cavi</i> .....	18
4.1.7.	<i>Verniciatura e trattamento lamiera</i> .....	18
4.1.8.	<i>Accessori a completamento</i> .....	19
4.1.9.	<i>Collaudi</i> .....	19
4.1.10.	<i>Targhe di identificazione</i> .....	19
4.2.	APPARECCHIATURE PER QUADRI ELETTRICI .....	20
4.2.1.	<i>Norme di riferimento</i> .....	20
4.2.2.	<i>Interruttori automatici</i> .....	21
4.2.3.	<i>Interruttori differenziali</i> .....	22
4.2.4.	<i>Contattori</i> .....	22

4.2.5. Relè termici.....	23
4.2.6. Interruttori automatici magnetotermici salvamotori .....	23
4.2.7. Fusibili.....	24
4.2.8. Sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori .....	24
4.2.9. Trasformatori di corrente e di tensione .....	24
4.2.10. Limitatori di sovratensione (SPD).....	25
4.2.11. Relè di protezione .....	25
4.2.12. Strumenti di misura.....	25
4.2.13. Apparecchiature ausiliarie .....	26
4.2.14. Interblocchi.....	26
4.2.15. Cablaggi interni.....	27
4.2.16. Circuiti ausiliari .....	27
4.2.17. Morsettiere.....	28
4.3. GRUPPI STATICI DI CONTINUITA' .....	29
4.3.1. Norme di riferimento .....	29
4.3.2. Descrizione generale .....	30
4.3.3. Specifiche UPS 1 kVA - autonomia 1h .....	30
4.4. INVERTER DA 15 kW PER AZIONAMENTO VENTILATORI.....	31
4.4.1. Presentazione.....	31
4.4.2. Caratteristiche tecniche.....	33
4.4.3. Caratteristiche ambientali .....	36
4.4.4. Rispondenza normativa .....	37
4.5. CANALINE E PASSERELLE PORTACAVI.....	37
4.5.1. Norme di riferimento .....	37
4.5.2. Caratteristiche dei materiali.....	38
4.5.3. Caratteristiche meccaniche di passerelle e canali in acciaio.....	39
4.5.4. Caratteristiche elettriche di passerelle e canali in acciaio.....	40
4.5.5. Modalità di posa.....	40

4.5.6.	<i>Mensole di sostegno</i> .....	41
4.5.7.	<i>Disposizione geometrica delle passerelle</i> .....	42
4.5.8.	<i>Prescrizioni generali</i> .....	43
4.6.	<b>TUBI PROTETTIVI</b> .....	43
4.6.1.	<i>Norme di riferimento</i> .....	43
4.6.2.	<i>Caratteristiche generali</i> .....	44
4.6.3.	<i>Modalità di posa in opera</i> .....	46
4.6.4.	<i>Prescrizioni generali</i> .....	47
4.6.5.	<i>Diametri minimi delle tubazioni per la distribuzione terminale</i> .....	48
4.7.	<b>CASSETTE E SCATOLE DI DERIVAZIONE</b> .....	51
4.7.1.	<i>Caratteristiche tecniche</i> .....	51
4.7.2.	<i>Modalità di posa</i> .....	52
4.8.	<b>BARRIERE E SISTEMI TAGLIAFUOCO</b> .....	52
4.8.1.	<i>Generalità</i> .....	52
4.8.2.	<i>Materiali</i> .....	53
4.8.3.	<i>Posa</i> .....	53
4.8.4.	<i>Specifiche tecniche e tipici di posa componenti di impianto</i> .....	54
4.8.5.	<i>Oneri addizionali</i> .....	58
4.9.	<b>CAVIE CONDUTTORI</b> .....	59
4.9.1.	<i>Norme di riferimento</i> .....	59
4.9.2.	<i>Cavo tipo FG16(O)R16 0,6/1kV</i> .....	60
4.9.3.	<i>Cavo tipo FG17 450/750 V</i> .....	61
4.9.4.	<i>Cavo tipo FG18(O)M16 0,6/1kV</i> .....	63
4.9.5.	<i>Cavo tipo FTG10(O)M1 0,6/1KV</i> .....	65
4.9.6.	<i>Distribuzione e posa cavi</i> .....	66
4.9.7.	<i>Incroci fra cavi e particolarità di posa</i> .....	68
4.10.	<b>APPARECCHIATURE DI COMANDO, PUNTI LUCE E PUNTI PRESE</b> .....	68
4.10.1.	<i>Norme di riferimento</i> .....	68

4.10.2. <i>Apparecchi di comando serie civile</i> .....	69
4.10.3. <i>Apparecchi di comando per uso industriale</i> .....	69
4.10.4. <i>Prese a spina serie civile</i> .....	70
4.10.5. <i>Prese a spina CEE per usi industriali</i> .....	70
4.10.6. <i>Modalità di posa</i> .....	71
4.10.7. <i>Collegamenti agli utilizzatori</i> .....	71
4.11. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.....	72
4.11.1. <i>Norme di riferimento</i> .....	72
4.11.2. <i>Prescrizioni di posa</i> .....	72
4.11.3. <i>Apparecchi a LED per locali tecnici</i> .....	73
5. VERIFICHE, PROVE E COLLAUDI DEGLI IMPIANTI.....	74
5.1. GENERALITÀ.....	74
5.2. ESAME A VISTA.....	74
5.3. PROVE.....	75
5.4. EFFETTUAZIONE DELLE VERIFICHE.....	75
5.4.1. <i>Assistenza</i> .....	75
5.4.2. <i>Periodicità</i> .....	76
5.4.3. <i>Campionatura degli impianti</i> .....	76
5.5. DOTAZIONE STRUMENTALE.....	76
5.5.1. <i>Conformità delle caratteristiche</i> .....	76
5.5.2. <i>Conformità alle norme di sicurezza</i> .....	76
5.5.3. <i>Calibrazione ed assistenza</i> .....	76
5.5.4. <i>Strumenti</i> .....	77
5.6. PRINCIPALI VERIFICHE E PROVE DA EFFETTUARSI SUGLI IMPIANTI.....	77
5.6.1. <i>Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione</i> .....	78
5.6.2. <i>Verifica della sfilabilità dei cavi</i> .....	78
5.6.3. <i>Misura della resistenza di isolamento</i> .....	78

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 SP GN 040 B 001	Rev. A	Foglio 6 di 83
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

5.6.4.	Misura delle cadute di tensione.....	79
5.6.5.	Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e sovraccarichi.....	79
5.6.6.	Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.....	79
5.7.	MISURE E VERIFICHE SU QUADRI ELETTRICI .....	80
5.7.1.	Collaudi in officina del Costruttore.....	80
5.7.2.	Controlli dopo il montaggio .....	81
5.8.	MISURE E VERIFICHE SU CAVI DI POTENZA E DI COMANDO A BASSA TENSIONE .....	82
5.8.1.	Collaudi in officina del Costruttore.....	82
5.8.2.	Dopo la posa e l'esecuzione delle terminazioni.....	82
5.9.	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E PROGETTO AS-BUILT .....	82
5.10.	MANUALE D'USO E MANUTENZIONE.....	83
5.11.	ISTRUZIONI.....	83

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 SP GN 040 B 001

Rev.  
A

Foglio  
7 di 83

## 1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della progettazione definitiva della linea ferroviaria Alta Velocità/ Alta Capacità Milano-Verona la galleria San Giorgio in Salici è suddivisa in tre opere distinte (WBS):

- SAN GIORGIO IN SALICI OVEST, corrispondente ad una galleria artificiale monocanna, a doppio binario, con sezione policentrica (GA16);
- SAN GIORGIO IN SALICI, corrispondente ad una galleria naturale monocanna, a doppio binario (GN04);
- SAN GIORGIO IN SALICI EST, corrispondente ad una galleria artificiale a sezione policentrica (GA17).

Il presente documento riguarda le specifiche tecniche dei materiali degli **impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici** relativamente a:

- impianto di ventilazione (pressurizzazione) a servizio delle uscite di sicurezza
- centrale di pompaggio antincendio nel piazzale di emergenza lato ovest (lato Milano), Prog. 139+955.330
- centrale di pompaggio antincendio nel piazzale di emergenza lato est (lato Verona), Prog. 143+573.540

come meglio descritto nei successivi capitoli e negli elaborati di progetto allegati.

### *1.1. NOTE RELATIVE A MARCHI COMMERCIALI*

Le indicazioni di tipi e marche commerciali indicate nel presente documento sono da intendersi come **dichiarazione di caratteristiche tecniche** e come tali non sono vincolanti.

Sono state definite tali tipologie al solo scopo di sviluppo dei calcoli di progetto, al fine di garantire il rispetto e la verifica delle prescrizioni tecniche applicabili all'impianto in oggetto.

## 2. ELENCO ELABORATI

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati della WBS GN04, relativamente alla parte impiantistica, di cui la presente relazione costituisce parte integrante.

	<b>Impianti elettrici</b>
INOR11EE24RGN040B001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici - Relazione tecnica e di calcoli uscite di sicurezza e Centrali di pompaggio
INOR11EE2SPGN040B001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici - Specifiche tecniche dei materiali
INOR11EE24AGN040B001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Schemi di assieme, unifilare e funzionale quadri elettrici centrale di pompaggio
INOR11EE24AGN040B002	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Schema di assieme, unifilare e funzionale quadro elettrico uscita di sicurezza galleria naturale
INOR11EE24AGN040B003	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Schema di assieme, unifilare e funzionale quadro elettrico uscita di sicurezza galleria artificiale
INOR11EE2P4GN040B001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Schema planimetrico generale impianto di inquadramento
INOR11EE2DBGN040B001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Centrale di pompaggio - Distribuzione passerelle e vie cavi
INOR11EE2DBGN040B002	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Centrale di pompaggio - Distribuzione impianti luce/fm
INOR11EE2DBGN040B003	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Centrale di pompaggio - Distribuzione impianti di messa a terra e collegamenti equipotenziali
INOR11EE2DZGN040B001	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Uscita di sicurezza galleria naturale - Allacciamenti elettrici a servizio degli impianti meccanici
INOR11EE2DZGN040B002	GALLERIA NATURALE SAN GIORGIO IN SALICI (GN04) - Da Pk 140+502.85 a Pk 141+930.24 - Impianti elettrici - Uscita di sicurezza galleria artificiale - Allacciamenti elettrici a servizio degli impianti meccanici

### 3. NORMATIVE E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

La presente relazione fa riferimento al nuovo Manuale di Progettazione delle Opere Civili. Parte II – Sezione 4 – Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A). Emissione del 30/12/2016;

Inoltre vengono recepite anche le seguenti prescrizioni:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 28 ottobre 2005 “Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie”;
- Specifiche Tecniche di Interoperabilità SRT TSI - Regolamento (UE) n. 1303/2014 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”.

Gli impianti elettrici ed i componenti riguardanti il presente progetto dovranno essere realizzati in conformità con le leggi e la normativa tecnica vigente alla data di esecuzione dei lavori.

Le norme di riferimento sono quelle emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano il cui rispetto assicura l’assolvimento della legge 1/3/68 n° 186 la quale prevede che tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d’arte.

Si richiamano, a titolo indicativo, le più ricorrenti Norme C.E.I., Decreti, Leggi e Prescrizioni a cui far riferimento.

#### 3.1. NORME DI CARATTERE GENERALE

- Legge 1 marzo 1968 n.186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Legge 18 ottobre 1977 n.791 Attuazione della Direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (CEE), n.72/73, relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
- Decreto 22 gennaio 2008 n.37 Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici
- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norma CEI 0-3 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati
- Norma CEI 3-23 Segni grafici per schemi e piani di installazione architettonici e topografici

- Norme CEI 64-8/1-2-3-4-5-6-7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Compresa tutte le varianti a tali norme
- Norma CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

### 3.2. *NORME PER RIFIUTI MATERIALE ELETTRICO*

- Direttiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 gennaio 2003 sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)

### 3.3. *PRODOTTI DA COSTRUZIONE*

- Regolamento CPR (UE 305/2011) relativamente ai cavi elettrici
- Decreto legislativo n.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/CE"

### 3.4. *IMPIANTI DI CABINA, DI MESSA A TERRA ED ALLACCIAMENTI*

- CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle Imprese distributrici di energia elettrica"
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"
- Guida CEI 99-5 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.

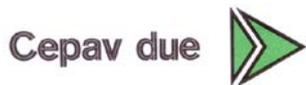
### 3.5. *NORME PER IL CONTROLLO DELLA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI*

- UNI 8199: Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione
- D.P.C.M. 01.03.91: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- Legge 26.10.95, N.447: Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.M. 16.03.98: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 14.11.97: Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- D.P.C.M. 05.12.97: Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.Lgs 19.08.2005, N. 194: Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
- Norme igienico sanitarie della Regione Lombardia

### 3.6. *NORME PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAGLI IMPIANTI*

- CEI 211-6 2001-01 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana"
- CEI 211-7 2001-01 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 Ghz, con riferimento all'esposizione umana"
- CEI 211-4 1996-12 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- CEI 11-60 2000-07 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne"
- Linee Guida ICNIRP " Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)"
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n. 55
- Decreto Legge 23/01/2001, n.5, "Disposizioni urgenti per il differimento di termini in materia di trasmissioni radiotelevisive analogiche e digitali, nonché per il risanamento di impianti radiotelevisivi", G. U. 24 gennaio 2001, n.19
- Linee guida 01/09/1999 attuazione del Decreto Ministeriale 381/1998

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 SP GN 040 B 001

Rev.  
A

Foglio  
12 di 83

- Decreto Ministeriale 10/09/1998, n. 381, "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana", G.U. 3 novembre 1998, n. 257
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz", G.U. 28 agosto 2003, n. 199

#### 4. SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

##### 4.1. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

###### 4.1.1. Norme di riferimento

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1 e CEI 17-13/1 V1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3 e CEI 17-13/3 V1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)
- 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 EN 60898-1 (CEI 23-3/1 e CEI 23-3/1 V1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-3 (CEI 17-11) Apparecchiature a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
- CEI EN 60947-5-1 (CEI 17-45) Apparecchiature a bassa tensione. Parte 5-1: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra - Dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando
- CEI EN 60947-7-1 (CEI 17-48) Apparecchiature a bassa tensione. Parte 7-1: Apparecchiature ausiliarie - Morsetti componibili per conduttori di rame

- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione. Parte 4-1: Contattori e avviatori - Contattori e avviatori elettromeccanici
- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60529 (CEI 70-1 e CEI 17-1 V1) Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

#### 4.1.2. Dati generali

I quadri elettrici saranno installati all'interno di locali chiusi o appositi vani di contenimento.

Caratteristiche elettriche principali:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| • Tensione nominale di esercizio                          | 400V                   |
| • Frequenza nominale                                      | 50 Hz                  |
| • Tensione nominale di isolamento dei circuiti principali | 690V                   |
| • Tensione di prova per 60 sec.                           | 2500V                  |
| • Tensione circuiti ausiliari                             | 230Vac - 24Vac - 24Vcc |
| • Forme di segregazione                                   | 1                      |

Le correnti nominali di corto circuito previste per i quadri sono quelle riportate sugli schemi relativi; la durata delle correnti di corto circuito è assunta pari ad 1 secondo.

#### 4.1.3. Generalità

Il quadro elettrico deve essere costruito, verificato e collaudato in conformità alla Norma CEI 17-13 o nel rispetto della Norma CEI 23-51 se applicabile.

Insieme al quadro elettrico devono essere consegnati gli schemi elettrici unifilari e funzionali completi ed aggiornati.

Se fosse necessario rimuovere barriere o asportare ed aprire parte di involucri, ciò dovrà essere fatto con l'uso di chiave o attrezzo.

Tutte le parti attive che possono essere toccate accidentalmente dopo l'apertura della porta, devono essere sezionate prima dell'apertura della stessa.

La continuità dei circuiti di protezione deve essere assicurata mediante interconnessioni efficaci o direttamente, o tramite conduttori di protezione.

La carpenteria del quadro deve garantire un grado di protezione minimo pari a IP30 e deve essere dotato di porte con serratura a chiave. Tutti i quadri di stazione devono essere installati all'interno del FV con unica eccezione per il quadro elettrico del vano contatore che potrà essere installato anche all'esterno, in apposita nicchia. Il QE Vano contatore dovrà avere un grado di protezione minimo pari a IP65 con porta e chiusura a chiave.

Tutti i collegamenti in entrata ed uscita dai QE devono avere un grado di protezione almeno pari a quella del quadro stesso. Gli accoppiamenti dovranno essere realizzati con materiale adatto e certificato.

Il quadro elettrico deve avere dimensioni idonee a contenere le apparecchiature di sezionamento, manovra e protezione di tutte le linee ad esso collegate.

Le dimensioni del quadro devono essere tali da consentire futuri ampliamenti.

Nella distribuzione monofase è necessario prevedere all'interno del quadro almeno un interruttore di scorta (magnetotermico-differenziale con proprio contatto di scattato) ogni 10 interruttori con un minimo di 2 interruttori con una corrente nominale scelta in funzione della corrente nominale media degli interruttori monofasi presenti all'interno del quadro.

Nella distribuzione trifase è necessario prevedere all'interno del quadro almeno un interruttore di scorta (magnetotermico-differenziale con proprio contatto di scattato) ogni 15 interruttori con un minimo di 1 interruttore per ogni quadro. La corrente nominale di questo interruttore deve essere scelta basandosi sulla corrente nominale media degli interruttori trifase presenti all'interno del quadro.

La costituzione del quadro e la disposizione delle apparecchiature deve rendere facili i controlli, le manutenzioni, le riparazioni, e la sostituzioni di tutti i componenti anche con quadro addossato a parete.

Tutti gli apparecchi installati a quadro devono essere impiegati entro i limiti dei rispettivi dati di targa.

I collegamenti all'interno del quadro elettrico devono rispettare gli schemi elettrici multifilari allegati al progetto. Nello specifico la distribuzione delle utenze monofasi sulle 3 fasi deve essere fatta in maniera da mantenere un sistema simmetrico ed equilibrato. Durante il normale esercizio le tre fasi dovranno essere il più possibile equilibrate.

Quando si richiede l'unione di più carpenterie o contenitori, detta unione deve essere eseguita in modo che il tutto si presenti come un insieme rigido e compatto. Al proposito devono essere realizzati opportuni rinforzi e/o telai con grado di protezione almeno pari a quello delle singole carpenterie.

I vari apparecchi devono essere fissati su pannelli interni al quadro mediante viti o bulloni che facciano presa in fori filettati. Sono da escludere dadi, controdadi, ecc. Nel caso si faccia uso di apparecchi con montaggio a scatto su

profilati normalizzati, si dovrà prestare particolare cura nel fissare saldamente e rigidamente i predetti profilati ai pannelli porta apparecchi.

Il montaggio degli apparecchi deve essere fatto utilizzando i punti di fissaggio previsti dal costruttore degli stessi.

Per quanto riguarda la disposizione, soprattutto per gli interruttori con corrente nominale elevata è necessario lasciare dello spazio libero a sinistra e a destra dell'interruttore in modo da garantire un corretta ventilazione del componente (nel caso di montaggio su guida DIN è sufficiente interporre dei falsi poli da 1 DIN a sinistra e a destra dell'apparecchiatura). Questo si applica a tutti gli interruttori di potenza anche nel caso siano gli interruttori periferici di una fila. L'accesso delle apparecchiature interne del quadro terrà conto della sicurezza delle persone ed eviterà la possibilità di venire accidentalmente in contatto con le parti in tensione. E' necessario per questo prevedere di volta in volta gli opportuni provvedimenti affinché, a personale non addestrato, non sia possibile l'accesso alle parti in tensione.

Ogni apparecchio deve essere contraddistinto da una denominazione chiara dell'utenza che alimenta e detta dicitura deve essere riportata allo stesso modo all'interno dello schema elettrico multifilare allegato. La sequenza degli interruttori all'interno del quadro deve rispettare la sequenza riportata nello schema elettrico multifilare allegato. Sul fronte del pannello e sul retro quadro devono essere disposti dei cartelli o targhette che forniscano una chiara indicazione delle funzioni svolte da ciascun elemento e delle posizioni di APERTO o CHIUSO di ciascun interruttore.

Il quadro deve essere provvisto di marcature CE e deve essere dotato di targa indicante il costruttore e tutti i dati di identificazione del quadro stesso:

- nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- tipo o numero di identificazione;
- corrente nominale del quadro;
- natura della corrente e frequenza;
- tensione nominale di funzionamento;
- grado di protezione.

Targhe e targhette saranno in metallo o plastica, incise a pantografo o con stampa indelebile.

Il fissaggio avverrà esclusivamente mediante viti o rivetti o con adesivo a sicura presa.

Nel quadro i singoli morsetti ed i conduttori che fanno capo alla morsettiera verranno contrassegnati con dei numeri o sigle per poter facilmente rintracciare, sugli schemi elettrici di montaggio, le loro funzioni e per poter effettuare con sicurezza i collegamenti in caso di manutenzione.

Nei punti di connessione, i cavi dovranno perciò essere dotati di anelli indicatori di tipo impermeabile.

Sia per il circuito di potenza che per i circuiti ausiliari, le linee dovranno far capo a morsettiere opportunamente dimensionate e corredate di adeguato diaframma di isolamento.

Tutti i morsetti saranno singolarmente identificati a mezzo di cartellini indicatori. I morsetti saranno del tipo componibile su guida DIN e saranno scelti di una taglia superiore alla sezione del conduttore da allacciare.

Sarà prevista una apposita barra di terra di rame, di sezione adeguata, alla quale faranno capo i conduttori di protezione corrispondenti alle utenze allacciate. I cablaggi interni al quadro dovranno essere eseguiti in cavo senza guaina, del tipo non propagante l'incendio FG17 o FS17 con isolamento 450/750V.

Le sezioni dei conduttori dovranno rispettare quanto riportato negli schemi elettrici allegati.

Il collegamento tra gli apparecchi posti all'interno del quadro ad apparecchi posti su portelle o parti mobili sarà eseguito con tutti i conduttori riuniti in un unico fascio, sagomati in modo da permettere l'apertura della porta.

I conduttori raggruppati all'interno del quadro dovranno essere posti entro canaline in materiale non propagante l'incendio, a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi. Il loro dimensionamento sarà tale che i cavi le riempiano massimo per la metà della loro capienza.

Tutte le masse elettriche del quadro dovranno essere collegate alla apposita barra di terra.

Tutte le apparecchiature di sezionamento, di comando e protezione devono rispondere alle relative norme CEI.

All'interno del quadro dovrà essere predisposta una tasca in materiale plastico indeformabile contenente copia dello schema elettrico multifilare dell'impianto.

Il quadro elettrico sarà soggetto a specifiche verifiche e collaudi come specificato nella norma la norma CEI 17-13 o della Norma CEI 23-51 se applicabile.

#### **4.1.4. Messa a terra**

Il quadro deve avere un adeguato di sistema di messa a terra in funzione della corrente di cortocircuito presunta. Detto sistema deve essere predisposto alle due estremità del quadro per il collegamento alla rete di terra.

Al sistema devono essere collegati:

- Le strutture metalliche dei singoli scomparti;
- Le parti metalliche inattive degli interruttori;
- I secondari a terra dei TV.

Le parti metalliche inattive delle altre apparecchiature sono collegate al sistema di messa a terra attraverso la struttura metallica dello scomparto.

Le porte con apparecchiature installate sono collegate alla struttura a mezzo di trecce flessibili di rame. Tutti i collegamenti di terra devono essere realizzati con viti oppure bulloni provvisti di rondelle mordenti.

#### **4.1.5. Sbarre principali**

Le sbarre principali di distribuzione, devono essere completamente segregate e devono essere opportunamente dimensionate per sopportare le sollecitazioni termodinamiche delle correnti di guasto.

#### **4.1.6. Vano cavi**

Il vano cavi deve essere accessibile solo dopo aver aperto portelle incernierate o imbullonate asportabili.

Il vano cavi deve essere destinato a contenere:

- Terminali di potenza;
- Terminali circuiti ausiliari;
- Cavi di uscita.

#### **4.1.7. Verniciatura e trattamento lamiera**

La verniciatura del quadro dovrà includere:

- sgrassatura;
- fosfatazione;
- essiccazione;
- fondo sintetico per essiccazione in aria a base di cromato di zinco;
- doppia mano a finire con smalto sintetico per essiccazione a forno, oppure vernici epossidiche polimerizzate per essiccazione in aria.

Spessori minimi a fine ciclo 60micron.

#### **4.1.8. Accessori a completamento**

Dovranno essere forniti i seguenti accessori a completamento:

- golfari di sollevamento;
- adesivi monitori e di pericolo in corrispondenza delle parti fisse in tensione;
- fiancate di estremità.

#### **4.1.9. Collaudi**

Dovranno essere eseguite le prove individuali richieste dalla norma CEI EN60439.1 (17-13/1) o della Norma CEI 23-51 se applicabile.

I risultati di tali prove dovranno essere consegnati al committente assieme agli schemi elettrici “as built”.

#### **4.1.10. Targhe di identificazione**

I quadri dovranno essere completi delle seguente targhe d’identificazione:

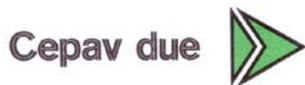
- targa di identificazione del quadro con marcatura CE fissata in maniera sicura all’interno dello stesso in posizione ben visibile;
- targa del costruttore fissata in maniera sicura sul fronte del quadro in posizione ben visibile;
- targhette esterne al quadro per interruttori, strumenti, commutatori ecc;
- targhette interne al quadro di colore giallo indicanti le sigla delle apparecchiature riportate sui disegni funzionali;
- cartelli monitori sugli schermi di protezione delle parti attive.

Documentazione tecnica

Il fornitore del quadro dovrà produrre la seguente documentazione tecnica da fornire sia su supporto cartaceo sia su supporto informatico (formato PDF e AutoCad 2004 per qualsiasi tipo di elaborato)

- Schemi costruttivi e funzionali aggiornati;
- Manuali d’uso;
- Elenco parti di ricambio;
- Documento riportante l’esito delle prove individuali eseguite sul quadro;

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 SP GN 040 B 001

Rev.  
A

Foglio  
20 di 83

- Calcoli di sovratemperatura.

Dovrà essere fornita dal costruttore anche la dichiarazione di Conformità attestante:

- Nome o marchio del costruttore;
- Data di costruzione;
- Numero di matricola e collaudo;
- Marcatura CE;
- Corrente nominale del quadro;
- Corrente di cortocircuito;
- Natura della corrente e della frequenza;
- Tensione nominale di funzionamento;
- Grado di protezione.

#### *4.2. APPARECCHIATURE PER QUADRI ELETTRICI*

##### *4.2.1. Norme di riferimento*

Certificazione di Prodotto:

- CEI EN 60898; CEI 23-3, 17-5 e successive varianti.
- CEI EN 60068-2-30

Conformità alle direttive:

- Conformità alla direttiva CE, per impiego in BT
- Rispondenza alla direttiva europea ROHS 2002/95/CE: riduzione sostanze pericolose costituenti il prodotto, materiali utilizzati ad impatto ambientale contenuto

#### 4.2.2. Interruttori automatici

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT potranno essere di tipo aperto, scatolato o modulare in versione rimovibile, estraibile, o fissa a seconda del tipo di utilizzazione previsto e della corrente nominale delle utenze da proteggere. La tipologia è sempre riscontrabile nei disegni di progetto.

Gli interruttori di tipo aperto saranno previsti tipicamente all'interno dei quadri tipo Power Center nella versione estraibile su carrello, per portate uguali o superiori ai 1250 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività di tipo cronometrico.

Gli interruttori di tipo scatolato saranno normalmente previsti nei quadri tipo Power Center per portate uguali o superiori a 100 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività con interruttori modulari sui quadri a valle.

Gli interruttori di tipo modulare, con modulo 17,5 mm o multipli, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) per usi domestici e similari ove non diversamente specificato. Essi saranno impiegati nei quadri secondari di distribuzione per portate uguali o inferiori a 100 A per i circuiti che alimentano le utenze finali. L'esecuzione dovrà essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm. La curva di intervento magnetotermico dovrà essere scelta in funzione del tipo di carico da alimentare.

Gli interruttori magnetotermici in generale dovranno sempre essere dotati di dispositivi di protezione su tutte le fasi.

Il conduttore di neutro dovrà essere interrotto e/o protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8; è da tenere presente che nel caso di adozione di un sistema tipo TN-C, il conduttore PEN non dovrà in alcun caso venire sezionato, né protetto.

Il potere di interruzione dovrà essere almeno pari alla corrente di corto circuito trifase presunta nel punto di installazione, salvo i casi in cui sia accettata la protezione di sostegno, con i limiti imposti dalle norme CEI 64-8.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere tra loro intercambiabili.

Tutte le apparecchiature di tipo scatolato dovranno essere equipaggiate di proprie coperture predisposte dal costruttore sui punti di connessione dei cavi tali da garantire un grado di protezione minimo IP20 a porte aperte; si escludono pertanto schermi o analoghe protezioni artigianali.

Gli interruttori estraibili dovranno, in particolare, essere equipaggiati con otturatori sulle parti fisse, azionati automaticamente dal movimento dell'interruttore durante la manovra di sezionamento, per garantire un grado di protezione IP2X con interruttore estratto e/o sezionato.

I circuiti ausiliari dovranno inserirsi automaticamente nelle relative parti fisse con l'introduzione degli interruttori nelle celle; non sono accettate soluzioni a presa e spina inseribili a mano dall'operatore.

#### 4.2.3. Interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali saranno costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra, in genere da associare agli interruttori magnetotermici.

Gli interruttori differenziali, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61009 (tutte le parti).

Dovrà essere garantita la selettività di intervento differenziale tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle; a tale scopo la protezione differenziale dell'interruttore a monte dovrà avere una corrente di intervento di almeno una grandezza superiore a quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Per portate fino a 250 A il dispositivo differenziale e l'interruttore automatico potranno essere integrati in un unico apparecchio, senza necessità di alimentazione ausiliaria esterna.

Per portate superiori ai 250 A il dispositivo differenziale dovrà agire sullo sganciatore di apertura dell'interruttore automatico a cui risulta accoppiato; in tal caso il differenziale dovrà essere alimentato da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere. Tale dispositivo dovrà essere equipaggiato di segnalazione ottica di regolare funzionamento.

Oltre che nei casi previsti dalle norme CEI applicabili e in quelli indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali dovranno anche essere previsti sempre nei sistemi TT e in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni indicate dalle norme CEI 64-8 o tramite interruzione automatica del circuito con intervento delle protezioni magnetotermiche.

Nei quadri secondari potranno essere utilizzati interruttori differenziali puri, senza protezione magnetotermica, a monte di gruppi di interruttori automatici relativi ad utenze omogenee; tali differenziali dovranno avere portata nominale non inferiore a 25A e dovranno risultare protetti dal dispositivo magnetotermico previsto a monte.

Tutti gli interruttori differenziali dovranno essere dotati di pulsante per la prova del circuito di scatto.

Nel caso di utilizzo di interruttori quadripolari per utenze tripolari, questi dovranno avere tutti i poli cablati a monte per garantire il funzionamento del test di prova differenziale.

#### 4.2.4. Contattori

I contattori dovranno essere previsti in funzione delle seguenti categorie di impiego:

- AC3 per avviamento di motori (carichi induttivi);
- AC5A per impianti di illuminazione con lampade a scarica ovvero fluorescenti e alimentatori elettromagnetici;

- AC1 negli altri casi (carichi resistivi).

I contattori dovranno essere adatti per montaggio fisso entro quadri secondari e ad armadio, dotati di tutti gli accessori e contatti ausiliari necessari per la realizzazione degli schemi elettrici richiesti. Quando impiegati per avviamento motori, le loro caratteristiche elettriche dovranno essere coordinate con quelle dei motori da comandare, con quelle degli interruttori automatici o fusibili posti a monte e con i relé termici accoppiati.

#### **4.2.5. Relè termici**

I relé termici per la protezione contro il sovraccarico, dovranno essere tipicamente utilizzati in esecuzione fissa tripolare in serie ai contattori e agli interruttori automatici, con i quali devono essere coordinati, per i circuiti di avviamento motori.

I relé termici dovranno avere ampio campo di regolazione della corrente di intervento ed essere dotati di almeno due contatti ausiliari di scambio.

Il riarmo dei relé dovrà essere di tipo manuale.

I relé di tipo bimetallico dovranno essere compensati contro le variazioni di temperatura ambiente.

Per la protezione da motori con tempi di avviamento particolarmente lunghi dovranno essere impiegati relé termici per avviamento pesante.

Nel caso di utilizzo di relè di tipo “industriale” (non modulare) questi potranno essere installati sul fondo del quadro garantendo però lo spazio frontale libero da qualsiasi apparecchiatura e accessorio (barre DIN, canaline di cablaggio, ecc.) con esclusione di eventuali ausiliari di comando e segnalazione installati direttamente sulla portina di chiusura.

#### **4.2.6. Interruttori automatici magnetotermici salvamotori**

Le partenze con salvamotore potranno essere utilizzate per i circuiti di avviamento motori in alternativa all'impiego di interruttore magnetico / relé termico (con contattore), in accordo con i disegni di progetto.

I salvamotori dovranno essere costruiti secondo le norme CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50), CEI EN 60947-1 (CEI 17-44), CEI EN 60947-2 (CEI 17-5), CEI EN 60947-3 (CEI 17-11).

Le caratteristiche di tali dispositivi (tarature, campi di regolazione, ecc.) dovranno essere scelte con gli stessi criteri utilizzati nel caso di partenze motore con apparecchi separati.

Il coordinamento dovrà sempre essere di tipo 2, tale da assicurare le prestazioni nominali delle apparecchiature, dopo un guasto, senza che si renda necessario alcun intervento di manutenzione.

La protezione contro il corto circuito dovrà essere data dall'interruttore automatico che ha anche la protezione termica regolabile integrata.

Il salvamotore dovrà essere accessoriato con contatti per segnalazione a distanza di stati ed anomalia.

Il salvamotore dovrà essere in esecuzione adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

Quando è richiesta l'esecuzione di quadro tipo "motor control center", il salvamotore dovrà essere inserito nel cassetto (fisso o estraibile) unitamente al contattore e dovrà avere la manovra dell'interruttore rinviata sul cassetto.

#### **4.2.7. Fusibili**

I fusibili impiegati nei circuiti di potenza dovranno essere di tipo cilindrico o a coltello ad alto potere di interruzione, con elevate caratteristiche di limitazione della corrente di corto circuito presunta; la caratteristica di intervento dovrà essere adeguata al tipo di utenza da proteggere (motore o altro).

Se utilizzati in serie a contattori o a sezionatori, i fusibili dovranno essere coordinati con essi.

#### **4.2.8. Sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori**

I sezionatori (di tipo sottocarico e a vuoto) dovranno essere in grado di resistere termicamente e dinamicamente alle correnti di guasto previste; a tale scopo dovrà esserci coordinamento tra interruttore magnetotermico a monte e sezionatore stesso.

#### **4.2.9. Trasformatori di corrente e di tensione**

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classi di precisione adeguate ai carichi da alimentare.

I trasformatori di corrente dovranno avere custodia in materiale termoplastico autoestinguente ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

I trasformatori di tensione dovranno avere custodia metallica messa a terra ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

Tutti i trasformatori dovranno avere un morsetto secondario collegato a terra.

#### **4.2.10. Limitatori di sovratensione (SPD)**

Ove previsti, gli scaricatori dovranno essere del tipo a spinterometro autoestinguente (scaricatori di sovracorrente in bassa tensione) e a varistore con ossido di zinco (scaricatori di sovratensione in bassa tensione); essi dovranno rispondere alle norme CEI EN 61643-11.

Gli scaricatori saranno in genere inseriti a valle degli interruttori o sezionatori generali e protetti da opportuni fusibili o interruttori automatici.

La sezione del conduttore di terra che collega ogni singolo scaricatore all'impianto di terra dovrà essere di almeno 16 mm<sup>2</sup>.

In ogni caso la sezione dei conduttori di cablaggio sugli scaricatori dovrà essere adeguata al livello di corrente di corto circuito nel punto di installazione.

I cablaggi tra gli scaricatori all'interno dei quadri elettrici dovranno evitare la realizzazione di "spire" tra il conduttore di terra e gli altri conduttori.

In presenza di elevato numero di armoniche, dovranno essere installati scaricatori di tipo a varistore.

Le caratteristiche di tensione, corrente ed isolamento sono riscontrabili nei disegni di progetto.

#### **4.2.11. Relè di protezione**

I relè di protezione associati agli interruttori magnetotermici potranno essere di tipo elettromeccanico o elettronico, secondo quanto prescritto sui disegni di progetto.

Gli altri relè di protezione dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

#### **4.2.12. Strumenti di misura**

Gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

I voltmetri dei quadri di bassa tensione potranno essere alimentati direttamente a 400 V.

Gli strumenti di misura dovranno essere di tipo digitale con visualizzazione numerica (e a barre per tensioni e correnti) e adatti per montaggio su barra DIN.

Le grandezze misurate dovranno indicare il “vero valore efficace” (true RMS).

#### **4.2.13. Apparecchiature ausiliarie**

I quadri dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per renderli completi e pronti al funzionamento anche se non indicati nei disegni di progetto.

In generale dovranno essere previsti:

- relè ausiliari;
- indicatori luminosi;
- commutatori e selettori di comando e di misura;
- pulsanti;
- resistenze anticondensa, comandate da termostati;
- ventilazione forzata in settori dei quadri dove siano presenti apparecchiature elettroniche di regolazione e controllo.

I dispositivi e le apparecchiature che devono essere visualizzati e manovrati dall'esterno dei quadri, dovranno essere previsti per montaggio incassato sulle portelle, con grado di protezione minimo IP5X a porta chiusa e IP2X sui terminali posteriori.

#### **4.2.14. Interblocchi**

I quadri dovranno essere dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

Tutti i blocchi a chiave dovranno essere realizzati in modo tale che l'estrazione della chiave mantenga le apparecchiature bloccate nella posizione in cui si trovano.

Le sequenze di manovra e il tipo dei blocchi meccanici dovranno essere sottoposti per approvazione alla D.L..

L'accoppiamento delle chiavi di interblocco dovrà essere effettuato mediante inanellamento saldato tale da garantire l'impossibilità di disaccoppiare le chiavi stesse.

#### 4.2.15. Cablaggi interni

Tutti i conduttori di cablaggio dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo FG17 dimensionati per la portata nominale delle apparecchiature ovvero con sistemi di cablaggio rapido di tipo prefabbricato.

I conduttori dei circuiti in partenza e in arrivo dovranno essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e in modo che possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori dovranno essere collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza dovranno essere posti entro canaline in PVC autoestinguenti, esenti da emissioni tossiche, non igroscopiche, traforate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature dovrà essere numerato mediante anellino segnafile.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro dovranno far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, adeguate alle sezioni dei cavi collegati e dotate di cartellini di numerazione.

Tutti i segnali in arrivo da apparecchiature fuori quadro dovranno far capo a relé ausiliari con zoccolo in esecuzione estraibile e morsetti di collegamento anteriori.

#### 4.2.16. Circuiti ausiliari

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione e misura all'interno dei quadri, dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo FG17, di sezione adeguata, posati su cavidotti in materiale termoplastico, riuniti a fascio. Dovranno essere alimentati in bassissima tensione c.a., tramite trasformatore di sicurezza.

La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale  $I_n$  dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm<sup>2</sup>.

Per i diversi circuiti dovranno comunque essere impiegate le seguenti sezioni minime:

- circuiti amperometrici: 4 mm<sup>2</sup>;
- circuiti voltmetrici: 2,5 mm<sup>2</sup>;
- circuiti di comando e segnalazione: 1,5 mm<sup>2</sup>;

- circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiature: 1 mm<sup>2</sup>.

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

Le estremità dei conduttori dovranno essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati.

#### **4.2.17. Morsettiere**

Le morsettiere dovranno essere di tipo componibile con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, installate su guida DIN e opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; l'eventuale suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Le morsettiere ausiliarie per circuiti voltmetrici e amperometrici dovranno essere rispettivamente, di tipo sezionabile e cortocircuitabile, riunite in appositi complessi protetti da schermo in resina trasparente.

Le morsettiere dovranno essere accessibili con quadro in servizio.

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

Le morsettiere di attestazione dell'alimentazione ausiliaria a 230V c.a. dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Dovrà essere previsto un numero di morsetti ausiliari disponibili in quantità pari al 10% di quelli utilizzati.

Sui quadri che alimentano unità di trattamento aria (UTA), dovrà essere predisposta in morsettiera la possibilità di effettuare l'arresto di tutti i ventilatori tramite un comando proveniente dalla centralina rilevamento incendio.

### 4.3. GRUPPI STATICI DI CONTINUITA'

#### 4.3.1. Norme di riferimento

- D.M. n. 476 del 20 novembre 1997 Regolamento recante norme per il recepimento delle direttive 91/157/CEE e 93/68/CEE in materia di pile ed accumulatori contenenti sostanze pericolose
- D.Lgs n. 615 del 12 novembre 1996 Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica
- CEI EN 50091-1-1 Sistemi Statici di Continuità (UPS). Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree accessibili all'operatore
- CEI EN 50091-2 Sistemi Statici di Continuità (UPS). Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC)'' Classe RS
- CEI 60146-4: UPS - Prestazioni.
- CEI 62040-1 e EN 62040-1: UPS - Sicurezza.
- CEI 62040-2 e EN 62040-2 livello B: UPS - Compatibilità elettromagnetica.
- CEI 62040-3 e EN 62040-3: UPS - Prestazioni.
- CEI 60950 / EN 60950: sicurezza delle apparecchiature elaborazione dati.
- CEI 61000-2-2: compatibilità elettromagnetica: livelli di compatibilità.
- CEI 61000-3-4: limitazione dell'emissione di correnti armoniche per le apparecchiature con corrente d'ingresso > 16 A/fase.
- CEI 61000-4: compatibilità elettromagnetica: test d'immunità.
- EN 55011 e EN 55022: interferenze elettromagnetiche degli apparecchi industriali scientifici – Livello B, emissioni condotte e irradiate.
- CEI 439: sicurezza delle apparecchiature a bassa tensione.
- CEI 60529: livello di protezione delle apparecchiature (codice IP).
- ISO 3746: misura del rumore acustico.
- marchio CE.

#### 4.3.2. *Descrizione generale*

I gruppi statici di continuità (UPS) dovranno consentire l'alimentazione di tutti quei carichi critici che necessitano di continuità, sia in caso di presenza che di assenza della rete di alimentazione principale.

Dovranno inoltre garantire:

- continuità assoluta di alimentazione ai carichi anche al mancare della rete senza che avvenga nessuna perturbazione sul carico;
- completa eliminazione delle urbanizzazioni di rete durante il normale funzionamento;
- elevata qualità della forma d'onda di uscita (sinusoidale).

Gli UPS saranno di tipo unitario, con modalità di funzionamento a doppia conversione (categoria VFI secondo la classificazione relativa alla norma CEI 62040) e saranno composti dalle seguenti apparecchiature:

- un raddrizzatore di tipo PFC
- un carica-batterie
- un inverter
- una batteria
- un bypass statico (switch statico)
- un bypass manuale di manutenzione
- un'interfaccia utente di comunicazione
- un sistema di gestione delle batterie
- tutte le apparecchiature necessarie al corretto funzionamento ed alla manutenzione in assoluta sicurezza, compresi gli interruttori, i sezionatori, ecc.

#### 4.3.3. *Specifiche UPS 1 kVA - autonomia 1h*

- Tensione di ingresso            230 V
- Tensione di uscita            230 V
- Potenza                            1000 VA
- Frequenza                        50/60 Hz

- Autonomia batterie                      60 minuti
- Larghezza                                    170 mm
- Altezza                                        432 mm
- Profondità                                  483 mm
- Peso totale                                 53 kg

#### 4.4. *INVERTER DA 15 KW PER AZIONAMENTO VENTILATORI*



##### 4.4.1. *Presentazione*

- Gamma prodotto                            Altivar Machine ATV320
- Tipo di prodotto o componente        Variatore di velocità
- Prodotto per applicazioni specifiche    Complex machines
- Nome abbreviato                            ATV320
- Format of the control block                Book
- Applicazione prodotto
  - Motori sincroni
  - Motori asincroni



- Modulo comunicazione : CANopen SUB-D 9
- Modulo comunicazione : CANopen open style morsettiera
- Modulo comunicazione : EtherCAT RJ45
- Modulo comunicazione : DeviceNet
- Modulo comunicazione : Ethernet/IP
- Modulo comunicazione : Profibus DP V1
- Modulo comunicazione : Profinet
- Modulo comunicazione : Ethernet Powerlink

#### 4.4.2. *Caratteristiche tecniche*

- Variante Versione standard
- Tensione di uscita  $\leq$  tensione alimentatore
- Amplificazione corrente temporanea ammissibile 1,5 x  $I_n$  durante 60 s per impiego pesante
- Gamma di velocità 1...100 con motore asincrono in open-loop mode
- Accuratezza velocità  $\pm 10\%$  della velocità nominale 0,2  $T_n$  a  $T_n$
- Precisione di coppia  $\pm 15\%$
- Sovracoppia transitoria 170...200 % di coppia motore nominale
- Coppia frenante  $\leq 170\%$  con resistore freno durante 60 s
- Circuito di regolazione Adjustable PID regulator
- Compensazione slittamento motore
  - Qualsiasi carico automatico
  - Non disponibile nel rapporto tensione/frequenza (2 o 5 punti)
  - Regolabile 0...300%
- Rampe accelerazione/decelerazione
  - Deceleration ramp automatic stop DC injection, Deceleration ramp adaptation
  - CUS



- Numero di indirizzi
  - 1...247 per Modbus
  - 1...127 per CANopen
- Larghezza 180 mm
- Altezza
  - 330 mm
  - 404 mm con piastra EMC
- Profondità 232 mm
- Peso prodotto 8,8 kg
- Numero ingressi analogici 3
- Tipo di ingresso analogico
  - Tensione (AI1): 0...10 V CC, impedenza 30000 Ohm, risoluzione 10 bit
  - Tensione differenziale bipolare (AI2): +/- 10 V CC, impedenza 30000 Ohm, risoluzione 10 bit
  - Corrente (AI3): 0...20 mA (or 4-20 mA, x-20 mA, 20-x mA or other patterns by configuration),
  - impedenza 250 Ohm, risoluzione 10 bit
- Numero ingressi digitali 7
- Tipo di ingresso digitale
  - Programmable (sink/source) (DI1...DI4): 24...30 V CC: PLC livello 1
  - Programmable as pulse input 20 kpps (DI5): 24...30 V CC: PLC livello 1
  - Sonda PTC configurabile con interruttore (DI6): 24...30 V CC
  - Safe torque off (STO): 24...30 V CC, impedenza 1500 Ohm
- Logica ingresso digitale
  - Logica negativa (corrente): : DI1...DI6, > 19 V (state 0) < 13 V (state 1)
  - Logica positiva (sorgente): : DI1...DI6, < 5 V (state 0) > 11 V (state 1)
- Numero uscite analogiche 1
- Tipo uscita analogica



- 50...60°C con fattore di declassamento
- Temperatura di stoccaggio -25...70°C
- Altitudine di funzionamento
  - <= 1000 m senza riduzione
  - 1000...2000 m con declassamento corrente dell'1% per 100 m

#### 4.4.4. Rispondenza normativa

- Norme
  - EN/IEC 61800-3
  - EN/IEC 61800-5-1
  - EN 55011 classe A gruppo 1
  - EN 61800-3 ambiente 1 categoria C2
  - EN 61800-3 environment 2 category C2
- Certificazioni prodotto NOM 117
  - CSA
  - RCM
  - UL
  - EAC
- Simbologia CE

#### 4.5. CANALINE E PASSERELLE PORTACAVI

##### 4.5.1. Norme di riferimento

- CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi

- CEI EN 50085-1 (CEI 23-58) Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50085-2-3 (CEI 23-67) Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di canali con feritoie laterali per installazione all'interno di quadri elettrici

#### 4.5.2. *Caratteristiche dei materiali*

##### Canaletta portacavi in acciaio zincato

Le canalette portacavi sono ad elementi prefabbricati, in acciaio zincato a caldo di spessore non inferiore a 1,5 mm, totalmente forate, con alette ribordate antitaglio. I coperchi di chiusura sono del tipo senza fori, in acciaio zincato a caldo, con alette laterali di altezza non inferiore a 20 mm di spessore 1 mm o superiore.

I giunti sono del tipo piano o ad L, spessore 2 mm o maggiore con almeno 4 fori di fissaggio.

I bulloni di connessione, realizzati con materiale inossidabile, sono del tipo a testa tonda.

La zincatura delle canalette, dei coperchi e di tutti gli accessori è ottenuta per immersione in bagno di zinco fuso, dopo lavorazione, con spessore medio di zinco 50 ( 65 micrometri secondo la norma CEI 7.6.

I giunti di collegamento sono anch'essi zincati a caldo o realizzati in acciaio inossidabile.

La portata utile delle canalette portacavi per appoggi ogni 2 metri è non inferiore ai valori seguenti:

- canalette portacavi per cavi F.M. 50 kg/m;
- canalette portacavi per cavi luce 20 kg/m.

Le canalette portacavi devono poter sopportare il peso di un uomo (80 Kg) tra due appoggi adiacenti.

Le canalette portacavi sono verniciate in base all'utilizzo con colori diversi; tali colori devono essere:

- rosso per cavi 20 KV
- azzurro per cavi bassa tensione
- bianco per cavi di telecomunicazione e segnali

##### Canaletta portacavi in filo d'acciaio

Passerella porta cavi in filo d'acciaio elettrozincato Norma NF A 91-102/ISO 20-81 e 82.

Il coperchio dove previsto è a fissaggio con clip.

Il setto separatore dove previsto è a fissaggio rapido con linguette integrate.

Il tipo di fissaggio può essere a plafone, a muro o a sospensione.

I supporti devono essere installati almeno ogni 2 metri

Eventuali giunzioni delle passerelle non devono essere poste in corrispondenza dei supporti , ma ad una distanza di 500 mm.

#### Passerelle portacavi a scaletta

Le passerelle portacavi a scaletta sono utilizzate per la posa dei cavi nei cavedi verticali o dove sono impiegati cavi di media o grossa sezione. La zincatura delle passerelle portacavi a scaletta, e di tutti gli accessori è ottenuta per immersione in bagno di zinco fuso, dopo lavorazione, con spessore medio di zinco 50 ( 65 micrometri secondo la norma CEI 7.6 .

La particolare conformazione a pioli consente:

- una migliore ventilazione dei cavi;
- ispezioni , uscite e ingressi più agevoli ed effettuate in qualsiasi punto del percorso;
- le possibilità, per le elevate portate ,di aumentare le distanze degli appoggi.

Gli elementi (longaroni e pioli) costruiti in lamiera di acciaio zincato a caldo dopo lavorazione sono uniti tra loro con saldatura elettrica.

Le passerelle sono fornite in barre da tre metri di lunghezza con n°10 pioli (interasse 300 mm); la ribordatura non deve esporre profili taglienti per assolvere efficacemente alla funzione antinfortunistica e non arrecare danno ai cavi.

I longaroni e i pioli sono di tipo forato e per questi ultimi, le forature sono utilizzate per l'inserimento di fascette e di vite mentre le aperture sono utilizzate per le graffe e i cavallotti, indipendentemente da come è posizionato lo scalino.

#### **4.5.3. Caratteristiche meccaniche di passerelle e canali in acciaio**

Le passerelle e i canali in acciaio dovranno avere valori di resistenza meccanica non inferiori a quelli indicati in tabella, definiti come carico minimo ammesso in kg/m (valori misurati per una freccia massima di 1/200 della portata intermedia, giunzione ad 1/5 della campata) misurata in conformità alle relative norme di prodotto:

Larghezza (mm)	50-75	100	150	200	300	400	500	600
Passerella in acciaio zincato con fondo chiuso, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	135	135	145	150	180	190	195	200

Larghezza (mm)	50-75	100	150	200	300	400	500	600
Passerella in acciaio zincato con fondo forato, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	135	135	145	150	180	190	195	200
Passerella in acciaio zincato a rete, altezza 50 mm, luce tra sostegni 1,5 m	16	16	25	35	60	90	90	110
Passerella in acciaio zincato a rete, altezza 100 mm, luce tra sostegni 1,5 m		40	55	75	110	110	130	130
Passerella in acciaio inox con fondo chiuso, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	145	160	195	205	230	245		
Passerella in acciaio inox con fondo forato, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m	135	140	170	180	210	225		

La resistenza agli urti di tutte le tipologie di passerelle dovrà essere maggiore di 20 J a temperatura ambiente di 20 °C ± 5.

#### 4.5.4. Caratteristiche elettriche di passerelle e canali in acciaio

Le passerelle e i canali in acciaio dovranno avere continuità elettrica garantita dal costruttore con resistenza elettrica (a 12V c.a. max 50Hz, 25A):  $\leq 0,005$  ohm al metro e  $\leq 0,05$  ohm in corrispondenza alla giunzione.

#### 4.5.5. Modalità di posa

Le passerelle portacavi dovranno essere del tipo in lamiera forata, zincata e verniciata, ribordata e complete di coperchio con chiusura se poste in opera ad altezza inferiore ai 2,5 m da pavimento o dove indicato nella descrizione impianti.

Dovranno essere atte all'ancoraggio a parete o soffitto a mezzo di staffe pure zincate e verniciate comprese nella fornitura; non dovranno mai essere ancorate al controsoffitto.

Le passerelle dovranno avere dimensioni sufficienti al contenimento dei cavi di alimentazione alle singole utenze. I cavi dovranno essere disposti ben allineati, in un unico strato.

Nel caso di un'unica passerella utilizzata per servizi diversi, si dovranno interporre setti separatori in lamiera di acciaio zincato, aventi dimensioni tali da garantire la segregazione delle linee in più scomparti separati (energia, telefono, ausiliari, ecc.) anche in corrispondenza di cambiamenti di direzione ed all'imbocco delle cassette di derivazione e delle scatole portafrutti.

Dove si rendano necessarie più passerelle, nella loro posa in opera si dovrà rispondere a particolari requisiti tecnici, quali la distanza tra loro (tra due passerelle sovrapposte non dovrà essere inferiore a 200 mm.), la possibilità di posa di nuovi conduttori, il collegamento alla rete di terra.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione della curvatura delle passerelle, che non dovrà comunque mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore

Dovranno essere evitati cambi di direzione ad angolo retto.

I collegamenti tra i vari elementi dovranno essere realizzati con giunti fissati con viti, mai saldati.

Le mensole dovranno essere fissate ad una distanza massima di 2 metri una dall'altra. Il collegamento tra mensole e passerella dovrà essere realizzato con viti, mai con saldatura.

Nella posa di passerelle aventi lunghezza superiore ai 50 m. dovranno essere adottati, a seconda delle necessità tecniche dei materiali, adeguati accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle dilatazioni dovute ad effetti termici.

Ogni 20 metri, e comunque in corrispondenza di ogni diramazione, dovranno essere poste in opera fascette segnacavo.

Lungo le passerelle di dorsale non dovranno essere effettuate giunzioni fra i conduttori al di fuori delle cassette di derivazione. Le cassette di derivazione dovranno essere fissate sul fondo o sull'ala della passerella.

Nei tratti verticali i conduttori dovranno essere ancorati alla passerella ogni metro.

Dovrà essere garantita la continuità elettrica delle passerelle realizzando, ad ogni giunzione, un collegamento tramite corda di rame da 16 mm<sup>2</sup> tra i due spezzoni di canaletta o per mezzo di piastra di collegamento adeguatamente imbullonata.

Ogni 20 metri dovranno essere elettricamente collegate al conduttore di terra che le percorre.

È ammesso il taglio a misura degli elementi rettilinei con ripristino della zincatura a freddo sulle superfici del taglio.

Gli eventuali spigoli vivi delle passerelle dovranno essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

#### **4.5.6. Mensole di sostegno**

Tutte le mensole per sostegno di conduttori, tubazioni, passerelle, apparecchiature ecc. dovranno essere in acciaio zincato a caldo, oppure in acciaio zincato e verniciato, ove espressamente indicato (secondo le Norme CEI 7-6).

Tranne qualche caso assolutamente particolare, tutto quanto viene fissato a dette mensole dovrà essere smontabile e pertanto non sono ammesse saldature o altri sistemi di fissaggio definitivo. In particolare passerelle ed apparecchiature dovranno essere fissate con vite e dado.

Qualora fosse indispensabile effettuare saldature, queste dovranno essere ricoperte con due mani di vernice antiruggine.

Le dimensioni delle mensole dovranno essere tali da garantire un fissaggio robusto e sicuro. Le mensole dovranno essere installate in quantità tale da assicurare un perfetto ancoraggio delle passerelle. In ogni caso tra una mensola e la successiva non dovrà mai esserci una distanza superiore a 2 m.

Le mensole potranno essere fissate con chiodi sparati o tasselli metallici ad espansione, in corrispondenza del cemento armato, essere murate nelle strutture normali oppure saldate o avvitate ai profilati in ferro della struttura.

#### **4.5.7. *Disposizione geometrica delle passerelle***

##### Generalità

La disposizione geometrica delle passerelle deve essere tale da consentire agevolmente la posa dei cavi e la loro rimozione: in particolare le passerelle dovranno essere legate fra loro e supportate con elementi verticali solo da un lato.

##### Spazi liberi superiori

Le passerelle dovranno presentare superiormente luci libere tali da non intralciare il lavoro di posa e rimozione dei cavi. Dovranno essere rispettate le seguenti luci nette (distanza tra il fondo di una passerella e il bordo superiore dell'ala di quella sottostante):

<b>Larghezza passerella</b>	<b>Luce Netta</b>
100mm	150mm
150 mm	150 mm
200mm	200mm
300mm	200mm
400mm	250mm
500mm	250mm

Si suppone che l'accessibilità sia da un lato solo.

Per larghezze maggiori di quelle sopra indicate, dovendo l'operatore introdursi fra la passerella e la struttura che la sovrasta, la luce netta non sarà inferiore ad un metro, per permettere alla persona di camminare carponi. Nel caso che la passerella sia accessibile da entrambi i lati, la luce netta da rispettare sarà quella corrispondente alla passerella di metà larghezza. Non è ammesso l'uso di passerelle di larghezza superiore ai 600mm.

##### Spazi liberi laterali

Lateralmente, le passerelle dovranno avere uno spazio libero di almeno 600mm.

##### Coperchi

Normalmente le passerelle saranno sprovviste di coperchi. I coperchi saranno previsti solo in zone in cui sono presenti gocciolamenti di sostanze corrosive o possibili danneggiamenti meccanici e dove specificato sugli elaborati di progetto (in genere per le passerelle a servizio dei circuiti illuminazione di sicurezza).

Essi saranno sagomati opportunamente per consentire lo scolo dell'acqua e installati in modo da consentire l'aereazione dei cavi posati sulla passerella, saranno quindi distanziati opportunamente dalle fiancate laterali in modo da lasciare passaggi sufficienti per la ventilazione e l'uscita dei cavi. Per il materiale si rimanda ai punti precedenti.

#### Uscita tubi portacavi

L'uscita dei tubi portacavi dalla passerelle avverrà lateralmente. Non è consentito forare la passerella sul lato inferiore per uscire verso il basso.

#### **4.5.8. Prescrizioni generali**

Le canalette sono dimensionate in modo tale che la sezione occupata dai cavi sa installarsi al loro interno non superi il 50% di quella utile.

Nel caso di unica canaletta utilizzata per servizi diversi, si devono interporre setti separatori in lamiera di acciaio zincata e/o verniciata, aventi dimensioni tali da garantire la segregazione delle linee in più scomparti separati (energia/telefono/ausiliari/ecc.) anche in corrispondenza di cambiamenti di direzione e all'imbocco delle cassette di derivazione e delle scatole portafrutti.

Quando possibile le canalette portacavi per fonia-dati devono essere distanziate di almeno 300 mm dalle altre.

La cassette di derivazione devono essere fissate preferibilmente sull'ala della canaletta.

### **4.6. TUBI PROTETTIVI**

#### **4.6.1. Norme di riferimento**

- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
- CEI 23-39 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
- CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46 e CEI 23-46 V1) Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

- CEI EN 50086-2-1 (CEI 23-54 e CEI 23-54 V1) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 50086-2-2 (CEI 23-55 e CEI 23-55 V1) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI EN 50086-2-3 (CEI 23-56 e CEI 23-56 V1) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

#### 4.6.2. Caratteristiche generali

I tubi protettivi sono:

- in materiale plastico rigido di tipo pesante, a Norme CEI 23 8, con Marchio Italiano di Qualità (tabella UNEL 37118 72), utilizzati per la distribuzione nei sottofondi o a parete e dove indicato specificatamente negli elaborati di progetto. Sono del tipo autoestingente e a ridotta emissione di gas tossici;
- in materiale plastico flessibile di tipo pesante a Norma CEI 23-14 con Marchio Italiano di Qualità (tabella UNEL 3712170), utilizzati per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto.
- in taluni casi, devono essere rinforzate con spirale interna in acciaio (distribuzione in vista sotto pavimento sopraelevato).

#### Tubo protettivo metallico

- Tubo in acciaio con o senza saldature, secondo norme UNI 8863 per gli impianti in esecuzione normale (tipo Conduit). In tutti i casi in cui gli impianti debbano essere a tenuta perfettamente stagna e avere elevate caratteristiche meccaniche si devono impiegare tubi in acciaio zincato a fuoco internamente ed esternamente secondo le prescrizioni contenute nelle norme UNI 5745. La filettatura deve essere conforme alla norma UNI-ISO 7/1.
- Tubazioni senza saldatura, secondo norme UNI 8863 serie pesante, per impianti in esecuzione AD.PE. Superficie interna Filettatura UNI 6125.

I tubi, di qualunque materiale siano, devono essere espressamente prodotti per impianti elettrici e quindi devono risultare privi di sbavature alle estremità e privi di asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne.

In ogni caso, prima del montaggio, le tubazioni devono essere soffiate con aria compressa o spazzolate.

#### Tubo in pvc rigido

Tubo rigido serie pesante, adatto per posa a vista, avente le seguenti caratteristiche:

- Colore: grigio RAL 7035
- Materiale: PVC, Halogen Free secondo CEI EN50267-2-2
- Lunghezza di fornitura: verghe da 2 e 3 metri
- Classificazione: pesante - 4321
- Resistenza alla compressione: 1250N
- Resistenza all'urto: 2 kg da 100 mm (2 J)
- Temperatura di applicazione permanente e installazione: -5°C/+60°C
- Resistenza di isolamento: > 100 MΩ 500 V per 1 minuto
- Rigidita dielettrica: > 2000 V a 50 Hz per 15 minuti
- Resistenza alla propagazione della fiamma: autoestinguente in meno di 30 secondi
- Campo di impiego: impianti elettrici e/o trasmissione dati in ambienti ordinari e particolari
- Tipo di posa: prevalentemente in vista a parete e soffitto.
- Idonei nelle applicazioni all'interno di controsoffitti e pavimenti flottanti. Incassati a pavimento, parete e/o soffitto

#### Tubo in pvc pieghevole corrugato

Tubo pieghevole autoestinguente, adatto per posa ad incasso, avente le seguenti caratteristiche:

- Colore: bianco naturale, nero, verde, azzurro, marrone, lilla
- Materiale: PVC
- Lunghezza di fornitura: in base al diametro
- Normativa: EN 50086-1 (CEI 23-39), EN 50086-2-2 (CEI 23-55) e IEC EN 61386-1; IEC EN 61386-22
- Classificazione: 3321
- Resistenza alla compressione: 750 N
- Resistenza all'urto: 2 kg da 100 mm (2 J)
- Temperatura di applicazione permanente e installazione: -5°C/+60°C
- Resistenza di isolamento: > 100 MΩ a 500 V per 1 minuto
- Rigidita dielettrica: > 2000 V a 50 Hz per 15 minuti

- Resistenza alla propagazione della fiamma: autoestinguente in meno di 30 secondi
- Campo di impiego: impianti elettrici e/o trasmissione dati in ambienti ordinari e particolari
- Tipo di posa: prevalentemente incassati a pavimento, parete e soffitto.
- Idonei nelle applicazioni all'interno di controsoffitti e pavimenti flottanti

#### Cavidotti corrugati a doppia parete

Cavidotto corrugato a doppia parete, adatto per posa interrata, completo di sonda tiracavo, avente le seguenti caratteristiche:

- Colore: arancione
- Materiale: polietilene ad alta densità
- Guaina esterna corrugata e liscia internamente
- Lunghezza di fornitura: rotoli da 50-25 m in base al diametro
- Normativa: EN 50086-1 (CEI 23-39) e EN 50086-2-4+V1 (CEI 23-46)
- Resistenza alla compressione: 450 N
- Resistenza all'urto: 5 Kg a -5°C
- Campo di impiego: impianti elettrici e/o trasmissione dati
- Tipo di posa: interrata
- Raggio di curvatura minimo pari a 8 volte il diametro esterno del cavidotto.

#### **4.6.3. Modalità di posa in opera**

E' prescritta in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori in qualunque momento.

Se necessario si devono installare cassette rompitratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 15 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione).

Le curve devono essere eseguite con largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, con apposite macchine o molle piegatubi; in casi particolari sono utilizzate curve in fusione di lega leggera, completate con viti di chiusura o, nel caso di tubazioni in PVC, mediante curve prefabbricate.

In ogni caso non è ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

I tubi devono essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti, per quanto possibile.

Nei tratti in vista e nei controsoffitti i tubi devono essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con chiodi a sparo o tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1500 mm.

Nei tratti a pavimento i tubi, prima di essere ricoperti con malta, devono essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori di ultimazione del pavimento.

Negli impianti a vista le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette devono avvenire attraverso appositi raccordi.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni devono essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili o doppi manicotti.

I tubi metallici devono essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

In tutti i casi in cui vengano impiegati tubi metallici deve essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico deve essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

#### **4.6.4. Prescrizioni generali**

L'infilaggio dei cavi deve essere successivo alla installazione dei tubi ed autorizzato da apposita dichiarazione scritta della D.L..

Nello stesso tubo non devono esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione di esercizio.

L'uso di tubi portacavo flessibili è in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi deve essere di 16 mm.

I diametri indicati nei documenti di progetto con un solo numero si riferiscono al diametro esterno.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuti.

E' fatto divieto transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche

(tranne dove espressamente indicato). I tubi previsti vuoti devono comunque essere dotati di fili-pilota in materiale non soggetto a ruggine.

I tubi di riserva devono essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

#### 4.6.5. Diametri minimi delle tubazioni per la distribuzione terminale

Nelle tabelle che seguono sono indicati i diametri minimi delle tubazioni in funzione del tipo e del numero di cavi posati all'interno.

##### Cavi unipolari in PVC tipo FS17 - FG17

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
1,5	7	9				9					8	9			
2,5	4	8	9			7	9				5	8	9		
4	3	5	9	9		5	8	9			4	7	9	9	
6	1	3	5	9	9	2	4	8	9		1	3	7	9	
10	1	1	4	7	9	1	3	5	8	9	1	1	5	8	9
16		1	2	5	8	1	1	4	7	8	1	1	3	5	9
25		1	1	3	5	1	1	1	4	5	1	1	1	3	5
35		1	1	1	4	1	1	1	3	4		1	1	2	4
50			1	1	2		1	1	1	2		1	1	1	3
70			1	1	1			1	1	1			1	1	1
95				1	1			1	1	1			1	1	1
120				1	1			1	1	1				1	1
150				1	1				1	1				1	1
185					1				1	1					1
240					1					1					1

##### Cavi unipolari in gomma tipo FG16R16 0,6/1kV o FG16M16 0,6/1kV

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
1,5	1	1	3	7	9	1	2	5	8	9	1	1	4	7	9	1	2	4	8	9
2,5	1	1	3	5	9	1	1	4	7	9	1	1	4	7	9	1	1	4	7	9
4	1	1	2	4	8	1	1	3	7	9	1	1	3	5	9	1	1	3	5	9
6	1	1	1	4	7	1	1	3	5	8	1	1	2	4	8	1	1	3	5	8
10	1	1	1	3	5	1	1	1	4	7	1	1	1	3	7	1	1	1	4	7
16		1	1	1	4	1	1	1	3	5		1	1	2	5	1	1	1	3	5
25		1	1	1	3		1	1	1	4		1	1	1	3		1	1	1	4
35			1	1	2		1	1	1	3			1	1	3		1	1	1	3

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
50			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
70				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
95				1	1			1	1				1	1				1	1	
120					1			1	1				1	1				1	1	
150					1			1	1					1				1	1	
185					1				1					1					1	
240									1					1					1	

Cavi multipolari in gomma tipo FG16OR16 0,6/1kV o FG16OM16 0,6/1kV

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
2x1,5		1	1	2	4	1	1	1	3	5		1	1	2	5	1	1	1	3	5
3x1,5		1	1	1	4	1	1	1	3	5		1	1	2	4	1	1	1	3	5
4x1,5		1	1	1	3		1	1	2	4		1	1	1	4		1	1	2	4
5x1,5			1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
2x2,5		1	1	1	3	1	1	1	2	4		1	1	2	4	1	1	1	2	3
3x2,5		1	1	1	3		1	1	2	4		1	1	1	4		1	1	2	3
4x2,5			1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
5x2,5			1	1	1		1	1	1	3			1	1	2		1	1	1	3
2x4		1	1	1	3		1	1	1	4		1	1	1	3		1	1	1	3
3x4		1	1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
4x4		1	1	1	1		1	1	1	2			1	1	2		1	1	1	2
5x4			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
2x6			1	1	1		1	1	1	3			1	1	2		1	1	1	2
3x6			1	1	1			1	1	2			1	1	1			1	1	2
4x6			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
5x6				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
2x10			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
3x10				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
4x10				1	1			1	1	1				1	1			1	1	1
5x10				1	1				1	1				1	1				1	1

Cavi multipolari in gomma tipo FG18OM16 0,6/1kV

sezione-nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
2x1,5		1	1	1	3		1	1	1	4		1	1	1	3		1	1	1	4
3x1,5			1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3

sezione-nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico							
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50			
4x1,5			1	1	2			1	1	1	2			1	1	3			1	1	1	3	
5x1,5			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
2x2,5			1	1	2			1	1	1	3			1	1	1	3			1	1	1	3
3x2,5			1	1	2			1	1	1	2				1	1	3			1	1	1	3
4x2,5			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
5x2,5			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
2x4			1	1	1			1	1	1	3				1	1	2			1	1	1	3
3x4			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
4x4			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
5x4				1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
2x6			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
3x6			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
4x6				1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
5x6				1	1					1	1					1	1					1	1
2x10				1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
3x10				1	1					1	1					1	1					1	1
4x10				1	1					1	1					1	1					1	1
5x10					1					1	1					1	1					1	1
7x1,5			1	1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
10x1,5				1	1					1	1					1	1					1	1
12x1,5				1	1					1	1					1	1					1	1
14x1,5					1					1	1					1	1					1	1
19x1,5					1					1	1						1						1
24x1,5					1						1						1						1
27x1,5											1							1					1
7x2,5				1	1				1	1	1				1	1	1				1	1	1
10x2,5					1					1	1					1	1					1	1
14x2,5					1					1	1						1					1	1
19x2,5					1					1	1						1						1
24x2,5											1												1

## Cavi resistenti al fuoco FTG100M1 0,6/1KV CEI 20-45

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
1,5	1	1	4	7	9	1	3	5	8	9	1	2	4	8	9	1	2	5	8	9
2,5	1	1	3	5	9	1	2	4	7	9	1	1	4	7	9	1	1	4	7	9
4	1	1	3	5	8	1	1	4	7	9	1	1	3	7	9	1	1	4	7	9
6	1	1	2	4	7	1	1	3	5	9	1	1	3	5	8	1	1	3	5	9
10	1	1	1	3	7	1	1	2	5	8	1	1	2	4	7	1	1	2	4	8
16	1	1	1	2	4	1	1	1	3	5	1	1	1	3	5	1	1	1	3	5

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
25	1	1	1	1	3	1	1	1	2	4	1	1	1	2	4	1	1	1	2	4
2x1,5		1	1	2	4	1	1	1	3	5	1	1	1	3	5	1	1	1	3	5
3x1,5		1	1	1	4	1	1	1	3	5		1	1	3	5	1	1	1	3	5
4x1,5		1	1	1	3	1	1	1	2	4		1	1	2	4		1	1	2	4
2x2,5		1	1	1	4	1	1	1	3	5	1	1	1	2	4	1	1	1	2	4
3x2,5		1	1	1	2		1	1	2	4		1	1	1	4		1	1	2	4
4x2,5			1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
2x4		1	1	1	3		1	1	1	4		1	1	1	3		1	1	1	4
3x4			1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
4x4			1	1	1		1	1	1	3			1	1	2		1	1	1	3
2x6			1	1	1		1	1	1	3		1	1	1	2		1	1	1	3
3x6			1	1	1		1	1	1	2		1	1	1	1			1	1	2
4x6			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
3x10				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
4x10				1	1			1	1	1				1	1			1	1	1

#### 4.7. CASSETTE E SCATOLE DI DERIVAZIONE

##### 4.7.1. Caratteristiche tecniche

Cassette da parete in pvc adatte per impieghi industriali, avente le seguenti caratteristiche:

- Normativa: IEC 60670-1; IEC 60670-22; CEI 23-48
- Grado IP: IP 56
- Protezione contro i contatti indiretti: Doppio isolamento
- Temperatura di installazione: Max +60°C Min -25°C
- Materiale: GW PLAST 120, Halogen Free secondo CEI EN50267-2-2
- Resistenza agli urti: IK 08
- Resistenza al calore anormale al fuoco: Termopressione con biglia 120°C
- Glow wire test 850°C
- Coperchio alto o basso a vite
- Colore: grigio RAL 7035

#### 4.7.2. *Modalità di posa*

Le cassette e le scatole di derivazione potranno essere di vario tipo a seconda dell'impianto previsto (incassato, a vista, stagno).

Dovranno comunque essere largamente dimensionate in modo da renderne facile e sicura la manutenzione ed essere munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi.

Le cassette dovranno essere di tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi.

Nella posa dovrà in ogni caso essere allineato il filo inferiore di tutte le cassette installate nel medesimo ambiente.

Particolare cura dovrà essere posta per l'ingresso e l'uscita dei tubi, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole infilaggio dei conduttori.

Tutte le cassette per gli impianti in vista e sottopavimento dovranno essere in materiale plastico autoestinguente, a forte spessore, adatte per montaggio a vista e quindi molto robusti, con un grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione, con imbocchi ad invito per le tubazioni, con passacavi o con pressacavi.

Non è ammesso collegare o far transitare nella stessa cassetta conduttori anche della stessa tensione, ma appartenenti ad impianti o servizi diversi (luce, f.m., ausiliari, antintrusione, rivelazione fumi, ecc.).

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette dovrà essere applicato un contrassegno da stabilire con la D.L. per indicare l'impianto di appartenenza (luce, f.m., ecc.) e per precisare le linee che l'attraversano.

I morsetti di terra e di neutro, se previsti, dovranno essere contraddistinti con apposite targhette.

In alcuni casi, dove espressamente citato, una cassetta potrà essere utilizzata per più circuiti; dovranno essere previsti in tal caso scomparti separati. Il contrassegno sul coperchio verrà applicato per ogni scomparto della cassetta.

#### 4.8. *BARRIERE E SISTEMI TAGLIAFUOCO*

##### 4.8.1. *Generalità*

Saranno previste in corrispondenza di tutti gli attraversamenti verticali ed orizzontali delle compartimentazioni antincendio, delle idonee barriere passive resistenti al fuoco, per prevenire la propagazione degli incendi.

Di volta in volta saranno usati prodotti adatti al tipo di conduttura interessata (tubo, passerella, ecc.) o alla posizione dove tale barriera sarà installata.

L'Appaltatore dovrà fornire adeguata documentazione e nonché certificazione dei materiali utilizzati e del tipo di posa.

La classe di resistenza al fuoco considerata è REI 120.

#### 4.8.2. *Materiali*

I materiali da utilizzare per la realizzazione delle barriere passive resistenti al fuoco potranno essere i seguenti:

- a) Mattoni antifluoco
- b) Spugna resistente al fuoco
- c) Gomma espandente senza alogeni
- d) Stucco resistente al fuoco
- e) Stucco resistente al fuoco di tipo siliconico
- f) Sacchetti incombustibili di varia pezzatura

#### 4.8.3. *Posa*

##### Attraversamento di muro con tubazioni:

I materiali utilizzati saranno: a), c), d), e).

Ripristinare la compartimentazione posizionando due pannelli in lana minerale in corrispondenza dell'attraversamento, con il lato trattato con materiale resistente al fuoco rivolto verso i lati esterni della struttura.

Ogni fessura sarà sigillata con stucco resistente al fuoco.

I tubi saranno fasciati con della gomma espandente e sigillati con stucco di tipo siliconico per uno spessore min. di 20 mm.

La barriera dovrà permettere lo sfilaggio del cavo contenuto nella tubazione o l'aggiunta di altri conduttori senza dover rifare completamente la barriera.

##### Attraversamento di muro con passerelle:

I materiali utilizzati saranno: a), b), d), f).

Interporre fra i cavi e la passerella due strati di spugna resistente al fuoco di larghezza pari alla passerella, riempire gli interstizi fra cavo e cavo con stucco siliconico.

Riempire il vano restante con sacchetti incombustibili e sigillare, oppure posizionare due pannelli di lana minerale, uno per ogni lato della parete, con il lato rivestito rivolto all'esterno, sigillare.

La barriera dovrà permettere l'aggiunta di nuovi conduttori senza dover fare opere murarie aggiuntive, sarà perciò previsto un minimo del 20% di possibilità di aggiunte.

In questo caso la passerella dovrà essere installata in modo tale che non crei problemi sia al momento della formazione della barriera che nel caso di future aggiunte.

Attraversamenti verticali in cavo, tubo e/o passerella:

I materiali utilizzati saranno: a), b), c), d), e), f).

Restano valide le prescrizioni di cui ai punti precedenti.

In caso la barriera sia posta in posizione tale da poter essere sottoposta a danneggiamenti meccanici, saranno adottate misure idonee a garantirne l'integrità nel tempo (lastre, barriere, ecc.).

**4.8.4. Specifiche tecniche e tipici di posa componenti di impianto**

Mattoni antifuoco



**Dati tecnici**

<b>Approvazioni</b>	ETA-13/0099
<b>Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)</b>	E
<b>Intumescente</b>	Sì
<b>Rapporto di espansione (limitato, fino a)</b>	1:3
<b>Temperatura di espansione (appross.)</b>	200 °C
<b>LEED VOC</b>	5.4 g/l
<b>Range delle temperature di applicazione</b>	5 - 40 °C
<b>Range di resistenza alle temperature</b>	-15 - 60 °C
<b>Risultati di muffa e umidità</b>	Classe 0 (ASTM G21-96) e classe 0 (EN ISO 846)
<b>Colore</b>	Rosso
<b>Può essere verniciato</b>	Sì
<b>Range di temperatura di stoccaggio e trasporto</b>	-5 - 40 °C
<b>Durata prodotto<sup>1)</sup></b>	Non rilevante
<b>Prodotti complementari</b>	CFS-FIL, CFS-F FX, CFS-P BA

<sup>1)</sup> a 25 °C e 50% di umidità relativa, dalla data di produzione

Pannello antifuoco

### Dati tecnici

<b>Approvazioni</b>	ETA-11/0429
<b>Materiali di base</b>	Cartongesso, Calcestruzzo, Calcestruzzo aerato, Muratura
<b>Densità pannello appross.</b>	140 kg/m <sup>3</sup>
<b>Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)</b>	A1
<b>Range delle temperature di applicazione</b>	5 - 40 °C
<b>Range di resistenza alle temperature</b>	-40 - 100 °C
<b>Risultati di muffa e umidità</b>	Classe 0 (EN ISO 846)
<b>Colore</b>	Bianco
<b>Riutilizzabile (e rimovibile)</b>	Non possibile
<b>Ripenetrazione</b>	Possibile
<b>Può essere verniciato</b>	Sì
<b>Range di temperatura di stoccaggio e trasporto</b>	-5 - 40 °C
<b>Durata prodotto<sup>1)</sup></b>	Non rilevante
<b>Prodotti complementari</b>	CFS-CT, CFS-S ACR, CFS-B, CFS-C P, CFS-W, CFS-C

<sup>1)</sup> a 25 °C e 50% di umidità relativa, dalla data di produzione

### Sacchetto o cuscino antifluoco



### Dati tecnici

<b>Approvazioni</b>	ETA-08/0213
<b>Materiali di base</b>	Cartongesso, Calcestruzzo, Muratura
<b>Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)</b>	B-s1 d0
<b>Rapporto di espansione (illimitato, fino a)</b>	1:3
<b>Temperatura di espansione (appross.)</b>	180 °C
<b>LEED VOC</b>	6.6 g/l
<b>Range delle temperature di applicazione</b>	-30 – 35 °C
<b>Range di resistenza alle temperature</b>	-40 – 120 °C
<b>Risultati di muffa e umidità</b>	Classe 0 (EN ISO 846)
<b>Colore</b>	Bianco
<b>Riutilizzabile (e rimovibile)</b>	Facile
<b>Ripenetrazione</b>	Facile
<b>Può essere verniciato</b>	No
<b>Range di temperatura di stoccaggio e trasporto</b>	-20 – 40 °C
<b>Durata prodotto<sup>1)</sup></b>	Non rilevante
<b>Prodotti complementari</b>	CFS-S ACR

<sup>1)</sup> a 25 °C e 50% di umidità relativa, dalla data di produzione

### Schiuma o stucco antifluoco



**Dati tecnici**

<b>Approvazioni</b>	ETA-10/0109
<b>Materiali di base</b>	Calcestruzzo, Muratura, Cartongesso
<b>Classe di reazione al fuoco (EN 13501-1)</b>	E
<b>Intumescente</b>	Sì
<b>Rapporto di espansione (illimitato, fino a)</b>	1:2
<b>Temperatura di espansione (appross.)</b>	250 °C
<b>LEED VOC</b>	34.5 g/l
<b>Range delle temperature di applicazione</b>	10 - 35 °C
<b>Risultati di muffa e umidità</b>	Classe 0 (ASTM G21-96) e classe 0 (EN ISO 846)
<b>Resa della schiuma (fino a)</b>	2.1 l
<b>Tempo di indurimento appross.<sup>1)</sup></b>	10 min.
<b>Colore</b>	Rosso
<b>Riutilizzabile (o rimovibile)</b>	Sì
<b>Ripenetrazione</b>	Facile
<b>Può essere verniciato</b>	Sì
<b>Range di temperatura di stoccaggio e trasporto</b>	5 - 25 °C
<b>Durata prodotto<sup>2)</sup></b>	9 mesi
<b>Prodotti complementari</b>	CFS-BL, CFS-PL, CFS-B

<sup>1)</sup> a 24 °C, 50% di umidità relativa

<sup>2)</sup> a 25 °C e 50% di umidità relativa, dalla data di produzione

**4.8.5. Oneri aggiuntivi**

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri riportati di seguito.

- dichiarazione scritta di garanzia che tutti i setti realizzati danno la tenuta richiesta
- certificazione ETA.

Allo scopo di consentire eventuali futuri ripristini di setti eventualmente rimossi, dovrà essere fornita la documentazione come segue:

- schede tecniche dei materiali impiegati;

- schede di descrizione delle modalità esecutive dei setti tagliafuoco.

#### 4.9. CAVI E CONDUTTORI

##### 4.9.1. Norme di riferimento

- CEI-UNEL 00721 Colori di guaina dei cavi elettrici
- CEI-UNEL 00722 Identificazione delle anime dei cavi
- CEI 16-6 Codice di designazione dei colori
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1. In regime permanente (fattore di carico 100%)
- CEI 20-22 Prove di incendio su cavi elettrici
- CEI 20-24 Giunzioni e terminazioni per cavi di energia
- CEI 20-27 Cavi per energia e segnalamento. Sistemi di designazione
- CEI 20-35 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio
- CEI 20-36 Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
- CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e dei materiali dei cavi
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi
- CEI 20-45 Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a.
- CEI UNEL 35024/1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V c.a. e a 1500V c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- Prescrizioni e raccomandazioni VV.F. sui setti tagliafuoco

- Regolamento CPR (UE 305/2011) relativamente ai cavi elettrici
- Decreto legislativo n.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/CE"

#### 4.9.2. Cavo tipo FG16(O)R16 0,6/1kV



#### Normative di riferimento

- Costruzione e requisiti: CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318 (energia), CEI UNEL 35322 (segnalamento)
- Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE
- Direttiva RoHS: 2011/65/UEE

#### Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio

#### Caratteristiche funzionali

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 SP GN 040 B 001

Rev.  
A

Foglio  
61 di 83

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV ac - 1,5 kV cc
- Tensione massima  $U_m$ : 1,2 kV ac - 1,8 kV cc
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

#### Caratteristiche particolari

- Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature.

#### Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo (per cavi di potenza), 6 volte il diametro del cavo (per cavi di segnalamento e comando)
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 5 kg per mm<sup>2</sup> di sezione del rame

#### Impiego e tipo di posa - Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile:

- Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale
- Per posa fissa all'interno, all'esterno
- Per posa interrata diretta e indiretta
- Adatto all'installazione su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.

#### Impiego e tipo di posa - Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

- Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile

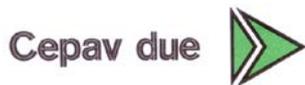
#### **4.9.3. Cavo tipo FG17 450/750 V**



#### Normative di riferimento

- Costruzione e requisiti: CEI 20-38, CEI UNEL 35310

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 SP GN 040 B 001

Rev.  
A

Foglio  
62 di 83

- Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE
- Direttiva RoHS: 2011/65/UE

#### Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: HEPR, qualità G17
- Colore: Nero, marrone, blu chiaro, grigio, rosso, bianco, giallo/verde, arancione, rosa, turchese, violetto

#### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio (in assenza di sollecitazioni meccaniche): -30°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

#### Caratteristiche particolari

- Buona scorrevolezza nelle tubazioni, buona resistenza alle abrasioni, ottima spellabilità
- Condizioni di posa
- Temperatura minima di posa: -15°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 5 kg per mm<sup>2</sup> di sezione del rame

#### Impiego e tipo di posa - Riferimento Guida CEI 20-40 per quanto applicabile:

- Per installazione entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi simili, ma solo all'interno di edifici
- Per installazione fissa e protetta entro apparecchi di illuminazione o apparecchiature di interruzione e di comando. Quando l'installazione è protetta all'interno di apparecchiature di interruzione o di comando questi cavi sono ammessi per tensioni fino a 1000 V in c.a. o 750 V in c.c. in rapporto alla terra
- Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nei luoghi con pericolo d'incendio e con elevata presenza di persone
- Non adatti per posa all'esterno

#### Impiego e tipo di posa - Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

- Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)

#### 4.9.4. Cavo tipo FG18(O)M16 0,6/1kV



#### Normative di riferimento

- Costruzione e requisiti: CEI 20-29, CEI 20-11, CEI 20-38, CEI EN 60332-3-24 Cat.C
- Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE
- Direttiva RoHS: 2011/65/UEE

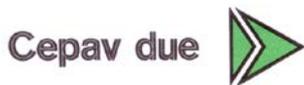
#### Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Riempitivo: miscela a base di gomma HEPR qualità G18
- Guaina: termoplastica LS0H, qualità M16
- Colore: nero

#### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV ac - 1,5 kV cc
- Tensione massima  $U_m$ : 1,2 kV ac - 1,8 kV cc
- Temperatura massima di esercizio: 90°C

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 SP GN 040 B 001

Rev.  
A

Foglio  
64 di 83

- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

#### Caratteristiche particolari

- Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature.

#### Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 6 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 5 kg per mm<sup>2</sup> di sezione del rame

#### Impiego e tipo di posa - Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile:

- Cavo LSZH multipolare per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e gas tossici. È particolarmente indicato nei luoghi con elevato pericolo di incendio come aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee, gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 metri e ferroviarie superiori a 1000 metri.
- Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nei luoghi con pericolo d'incendio e con elevata presenza di persone
- Per posa fissa all'interno, all'esterno
- Per posa interrata diretta e indiretta
- Adatto all'installazione su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.

#### Impiego e tipo di posa - Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

- Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e fumi nocivi, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile
- Classe di reazione al fuoco B2ca - s1a, d0, a1

#### 4.9.5. Cavo tipo FTG10(O)M1 0,6/1KV



#### Normative di riferimento

- Costruzione e requisiti: CEI 20-45
- Non propagazione dell'incendio: CEI 20-22 III
- Non propagazione della fiamma: CEI EN 50265-2-1 (CEI EN 60332-1-2)
- Gas corrosivi o alogenidrici: CEI EN 50267-2-1
- Emissione di fumi: CEI EN 61034-2
- Resistenza al fuoco: CEI EN 50200, CEI EN 50362, CEI 20-36
- Direttiva Bassa Tensione: 2006/95/CE
- Direttiva RoHS:2002/95/CE

#### Descrizione

- Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5
- Nastratura: nastro di vetro/mica avvolto ad elica
- Isolamento: gomma, qualità G10
- Riempitivo: termoplastico LSOH, penetrante tra le anime
- Guaina: termoplastica LSOH, qualità M1
- Colore: blu

#### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV

- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio (in assenza di sollecitazioni meccaniche): -15°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

#### Caratteristiche particolari

- Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature.
- Assicura il funzionamento in presenza di fuoco e shock meccanici per almeno 90 minuti alla temperatura di 830° C.

#### Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 14 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 5 kg per mm<sup>2</sup> di sezione del rame

#### Impiego e tipo di posa

- Adatti al trasporto di energia per impianti elettrici quando è richiesta la massima sicurezza nei confronti dell'incendio, quali luci di emergenza e di allarme, rilevazione automatica dell'incendio, dispositivi di spegnimento incendio, apertura porte automatiche, sistemi di aerazione e di condizionamento, sistemi telefonici di emergenza.
- Per posa fissa all'interno in ambienti anche bagnati e all'esterno.
- Installazione su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.
- Ammessa la posa interrata, anche se non protetta (CEI 20-67)

#### **4.9.6. Distribuzione e posa cavi**

In relazione alla posa, il tipo di cavo dovrà essere rispondente alle indicazioni della norma di buona tecnica e in particolare delle norme CEI 64-8, punto 522, e delle norme CEI 11-17.

I conduttori potranno essere installati:

- in tubazioni interrate di grande diametro; in tal caso dovrà essere sigillato l'ingresso con riempitivi;
- in cunicolo di piccole dimensioni; in questo caso i cavi andranno adagiati sul fondo del cunicolo stesso e la sua imboccatura dovrà essere chiusa con sabbia o altro materiale equivalente;

- entro passerelle metalliche orizzontali; i cavi dovranno essere appoggiati in modo ordinato;
- entro passerelle o barrelle verticali; i cavi dovranno essere fissati alle passerelle con collari atti a sostenerne il peso. I collari dovranno essere installati ogni metro di lunghezza del cavo oppure di più cavi se appartenenti alla stessa linea;
- entro tubazioni a vista; le sezioni interne dei tubi dovranno essere tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori. La dimensione dei tubi dovrà consentire il successivo infilaggio di una quantità di conduttori pari a 1/3 di quella già in opera, senza dover rimuovere questi ultimi.

Le curvature dei cavi dovranno avere un raggio superiore a 10 volte il diametro del cavo.

Nell'infilare i conduttori in tubi si dovrà fare attenzione ad evitare torsioni o eliche che ne impedirebbero lo sfilamento.

Sono ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata; tali connessioni dovranno essere rispondenti alle normative CEI 23-20 e 23-21. In particolare:

- la posa dei conduttori sarà realizzata senza giunzioni intermedie sull'intero percorso; in caso di necessità per pezzature superiori, i giunti dovranno essere sistemati in luoghi accessibili e ripristinati secondo le caratteristiche della buona tecnica, sia nei confronti dei contatti diretti che dell'isolamento;
- l'ingresso nelle cassette dovrà essere realizzato solo tramite pressacavi o passacavi;
- i cavi dovranno essere identificati lungo il percorso con sigle di riconoscimento.

I conduttori nelle linee dorsali e montanti non dovranno essere interrotti ad ogni scatola di derivazione, ma semplicemente liberati dall'isolamento per il tratto corrispondente al morsetto di ancoraggio.

È ammesso derogare a queste prescrizioni soltanto per le linee dorsali limitatamente ai casi in cui il loro sviluppo superi i 50 metri. In tal caso è consentita la giunzione nella cassetta prossima ai 50 metri.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali dovrà rimanere invariata per tutta la loro lunghezza. Non sono ammesse riduzioni di sezione.

Tutti i conduttori in partenza dai quadri dovranno essere siglati ed identificati con fascette segnacavo. Le stesse fascette dovranno essere installate anche all'arrivo dei conduttori ed in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione.

Su tali fascette dovrà essere precisato il numero di identificazione della linea e la sigla del quadro che la alimenta.

Dovranno essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici o cassette, la siglatura dovrà essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;

- siglatura della fase (RSTN) sul singolo conduttore e sul morsetto.

Le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite in apposite cassette complete dei seguenti accessori:

- coperchio fissato con viti;
- morsetti di opportuna sezione a serraggio indiretto provvisti di marchio IMQ;
- pressacavi o passacavi in quantità e dimensioni tali da permettere l'ingresso dei cavi e garantire un grado di protezione pari e quello della cassetta, nel caso di esecuzione stagna.

È vietata la giunzione dei cavi all'interno delle tubazioni ed all'interno delle passerelle.

In prossimità di ogni ingresso di cavo in una cassetta o all'interno della stessa a secondo del tipo di posa, dovranno essere posti anelli o targhette per l'identificazione del cavo mediante numerazione coincidente con le tavole di progetto.

#### **4.9.7. Incroci fra cavi e particolarità di posa**

Si dovranno evitare gli incroci fra i cavi di sistemi diversi (cavi di energia MT e BT, cavi di telecomunicazioni, ecc.). Qual'ora non sia possibile evitare tali incroci si dovrà rispettare, in generale, la distanza minima di 500 mm. tra gli uni e gli altri.

Se tale distanza minima fosse leggermente inferiore dovrà essere interposto, tra i due sistemi di cavi, un diaframma di materiale cementizio dello spessore di almeno 20 mm. o altro materiale analogo approvato.

Se in casi del tutto eccezionali la distanza scendesse sotto i 300 mm., il cavo a tensione più elevata dovrà essere protetto con un manufatto in cemento, ceramico o altro approvato. Il cavo a tensione più bassa dovrà essere protetto con tubo metallico o similare.

Particolare cura deve essere impiegata nel fissaggio dei cavi nei tratti verticali o inclinati, evitando con cura che le graffe deformino in cavo o ne intacchino il rivestimento isolante o guaina.

La curvatura dei cavi dovrà essere eseguita tenendo conto dei raggi minimi segnalati dalla Casa costruttrice degli stessi.

#### **4.10. APPARECCHIATURE DI COMANDO, PUNTI LUCE E PUNTI PRESE**

##### **4.10.1. Norme di riferimento**

- CEI EN 60309-1 (CEI 23-12/1) Spine e prese per uso industriale  
Parte 1: Prescrizioni generali

- CEI 23-50 Prese a spina per usi domestici e similari Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 23-48 Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60670-1 (CEI 23-48) Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 60669-1 (CEI 23-9) Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare Parte 1: Prescrizioni generali

#### ***4.10.2. Apparecchi di comando serie civile***

Di tipo modulare componibile da inserire su apposito supporto fissato con viti a scatola incassata a parete:

- involucro isolante e robusto autoestinguente;
- protezione contro i contatti diretti, grado IP2X;
- tensione e frequenza nominali 250 V / 50 Hz;
- tensione di prova a 50 Hz: 2000 V per 1 minuto;
- tipologie previste:
- interruttore unipolare a bilanciere 16 A
- interruttore bipolare a bilanciere 16 A
- interruttore unipolare a tasto luminoso 16 A
- deviatore unipolare a bilanciere 16 A
- invertitore unipolare a bilanciere 16 A
- pulsante a tasto 10 A
- tipo di placca: ABS;
- colore placca: da definire con la D.L.

#### ***4.10.3. Apparecchi di comando per uso industriale***

Gli apparecchi di comando nei locali tecnici saranno per uso industriale in scatole di PVC rinforzato per montaggio sporgente a parete. Gli imbrocchi saranno filettati per raccordo a tubi oppure provvisti di pressatubi; i frutti di comando

saranno a norme CEI con fissaggio rapido degli apparecchi e autoestinguenti. I contenitori per montaggio a parete saranno con grado di protezione minimo IP54.

#### **4.10.4. Prese a spina serie civile**

Di tipo modulare componibile da inserire su apposito supporto fissato con viti a scatola incassata a parete:

- involucro isolante e robusto autoestinguente;
- alveoli schermati ad accoppiamento reversibile;
- protezione contro i contatti diretti, grado IP2X;
- tensione e frequenza nominali 250 V / 50 Hz;
- tensione di prova a 50 Hz: 2000 V per 1 minuto;
- tipologie previste
- 2P+T 10 A
- 2P+T 16 A
- 2P+T 10/16 A (bivalente)
- 2P+T 16 A (schuko/UNEL)
- tipo di placca: ABS;
- colore placca: da definire con la D.L.

#### **4.10.5. Prese a spina CEE per usi industriali**

La serie di prese a spina del tipo uso industriale dovranno avere caratteristiche tecniche di forte resistenza al calore ed agli agenti corrosivi. La tipologia delle prese CEE dovrà essere:

- presa interbloccata con sezionatore rotativo e fusibili;
- presa interbloccata con sezionatore rotativo senza fusibili;
- presa senza interblocco;
- n. poli: 2P+T / 3P+T/ 3P+N+T;
- tensione nominale: 230V / 400V /24V / 48V;

- frequenza: 50 Hz;
- correnti nominali: 16 A – 32 A;
- colori per le diverse tensioni (blù / rosso / viola);
- grado di protezione meccanica IP66;
- montaggio su base singola, base doppia per 2 prese, contenitore flangiato.

#### **4.10.6. Modalità di posa**

Le basette attrezzate con prese o le singole prese vanno normalmente fissate a parete:

- a quota 25 cm. negli edifici civili
- a quota 150 cm. nella zona industriali

Il collegamento, sia dal basso sia dall'alto va eseguito con tubazioni di acciaio zincato o di PVC rigido pesante, entranti direttamente negli apparecchi a mezzo di speciali raccordi filettati.

#### **4.10.7. Collegamenti agli utilizzatori**

Il collegamento tra tubazioni metalliche o cassette e motori o altre apparecchiature, negli impianti a vista, dovrà essere realizzato con guaina metallica flessibile rivestita in plastica, collegata mediante appositi raccordi, sia dalla parte delle tubazioni o cassette sia dalla parte delle apparecchiature.

Il tipo di guaina da impiegare e dei relativi raccordi dipenderà dal tipo di impianti (normale, stagno, antideflagrante).

Per ogni utilizzatore si dovrà avere la possibilità di verificare visivamente l'interruzione dell'alimentazione.

I collegamenti dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte.

Negli impianti con tubazioni in PVC pesante rigido e con cassette in resina esterne i raccordi tra tubazioni o cassette ed utilizzatori dovranno essere eseguiti con guaina in plastica pesante flessibile, con spirale in PVC, liscia all'interno e con raccordi in nylon sui due lati.

Gli apparecchi di comando e le prese di tipo "civile" dovranno essere installati nel rispetto delle quote di installazione riportate sulla norma CEI 64-50.

Nei locali tecnici le prese CEE di tipo industriale, i relativi interruttori e la cassetta di alimentazione, saranno installati su una base fissata a muro ad una altezza di circa 1,20 m (bordo inferiore) dal piano del pavimento al finito.

#### 4.11. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

##### 4.11.1. Norme di riferimento

- CIE Raccomandazioni CIE
- Norma CEI 64-8/714 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno
- Norma UNI 10819 Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Parte 2: requisiti prestazionali
- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione
- Norma CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione. Parte 2-3: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale
- Legge Regionale Lombardia n.17/2000 Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico
- Legge Regione Lombardia n.31/2015 in materia di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna

##### 4.11.2. Prescrizioni di posa

La posa degli apparecchi di illuminazione potrà avvenire nei seguenti modi:

- incassati nei controsoffitti: saranno fissati ai profilati di sostegno del controsoffitto oppure direttamente alla struttura dell'edificio tramite opportuni staffaggi;
- esterni a soffitto o a parete: saranno fissati direttamente a soffitto e/o parete mediante opportuni staffaggi;
- esterni a sospensione: saranno sospesi mediante robusti ganci in acciaio fissati alla struttura ed eventuale catena metallica o apposite strutture, anche elettrificate;
- montati su palo a mezzo di sbraccio o testapalo per gli impianti di illuminazione esterna;
- incassati nei pavimenti tramite apposite casseforme di contenimento.

#### 4.11.3. Apparecchi a LED per locali tecnici



#### 960 Hydro LED - Money Saving

L'alta esperienza tecnologica raggiunta dal Gruppo Disano nella progettazione illuminotecnica e nella produzione industriale ha reso possibile la realizzazione della nuova armatura stagna a LED. New Hydro LED è caratterizzata da una linea moderna che ben si integra in qualsiasi tipo di ambientazione.

Corpo: stampato ad iniezione in policarbonato grigio, infrangibile ed autoestinguente, stabilizzato ai raggi UV, di elevata resistenza meccanica grazie alla struttura rinforzata da nervature interne. Diffusore: stampato ad iniezione in policarbonato con righe interne per un maggior controllo luminoso, autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, finitura esterna liscia per facilitare la pulizia necessaria per avere la massima efficienza luminosa. Chiusura a incastro e con viti di sicurezza in acciaio inox. Riflettore: in acciaio zincato preverniciato bianco a forno con resina poliesteri stabilizzato ai raggi UV. Fissato al corpo con innesto rapido mediante dispositivo ricavato direttamente sul corpo.

Dimensioni: L 1260mm - 102mm - 120mm Dotazione: guarnizione di tenuta iniettata in materiale ecologico di poliuretano espanso antinvecchiamento. Staffe di fissaggio a plafone e a sospensione in Acciaio Inox. Connettore presa-spina. L'ancoraggio dell'apparecchiatura sulle staffe di fissaggio avviene in sicurezza mediante innesto rapido. Normative: in conformità alla norma EN60598-1, EN60598-2-1. Grado di protezione: secondo la norma EN60598-1.

LED:

2950lm - 4000K - CRI>80 - 18W

3750lm - 4000K - CRI>80 - 24W

5460lm - 4000K - CRI>80 - 33W

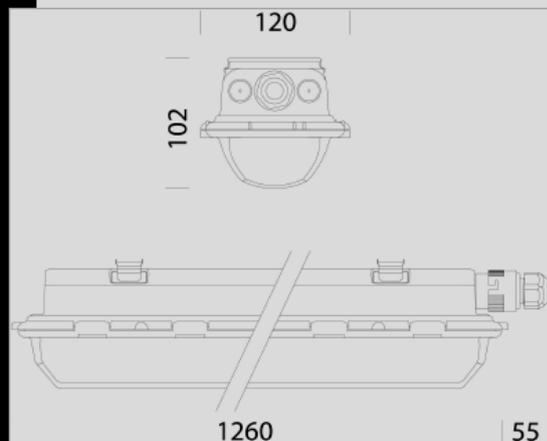
7510lm - 4000K - CRI>80 - 46W Fattore di potenza:  $\geq 0,95$  Mantenimento flusso luminoso: L70B20 50.000h. Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente

Low Flicker Risk Temperatura ambiente: -30°C a + 40°C A richiesta: - a fascio stretto (con sottocodice -22) - fila continua completa di connettore da entrambi i lati (con sottocodice -0072 con sovrapprezzo)

- radar sensor per armature ON-OFF: sottocodice -19

- con cabalggio passante per fila continua: sottocodice 0072 - Con cablaggio in emergenza ad alimentazione centralizzata CLD CELL-EC (sottocodice -0050.) Nelle installazioni con esposizione diretta ai raggi solari, si consiglia di utilizzare l'articolo Forma LED.

L'apparecchio di illuminazione rispetta i requisiti previsti dai consorzi IFS e BRC, Direttiva HACCP, per gli impianti illuminotecnici nelle industrie alimentari. In ogni caso, verificare con i progettisti e con l'ufficio di consulenza Disano la compatibilità tra il materiale e gli alimenti, ed in tutte quelle industrie in cui è presente l'impianto di sanificazione.



Codice	Cablaggio	Kg	Watt	Attacco base	Lampade	Colore
164751-00	CLD CELL	1,85	LED white 18W		2950lm-4000K-CRI>80	GRIGIO
164751-07	CLD CELL-E	2,30	LED white 18W		2950lm-4000K-CRI>80	GRIGIO
164752-00	CLD CELL	1,87	LED white 24W		3750lm-4000K-CRI>80	GRIGIO
164752-07	CLD CELL-E	2,38	LED white 24W		3750lm-4000K-CRI>80	GRIGIO
164754-00	CLD CELL	1,76	LED white 33W		5460lm-4000K-CRI>80	GRIGIO
164754-07	CLD CELL-E	2,38	LED white 33W		5460lm-4000K-CRI>80	GRIGIO
164755-00	CLD CELL	1,82	LED white 46W		7510lm-4000K-CRI>80	GRIGIO
164755-07	CLD CELL-E	2,31	LED white 46W		7510lm-4000K-CRI>80	GRIGIO

## 5. VERIFICHE, PROVE E COLLAUDI DEGLI IMPIANTI

### 5.1. GENERALITÀ

L'esame dell'impianto consiste in un controllo di rispondenza dell'opera realizzata ai dati di progetto ed alla regola dell'arte e deve essere condotto in maniera da consentire l'emanazione di un parere affidabile da parte dei verificatori.

Durante l'esame si devono prendere tutte le precauzioni per garantire la sicurezza delle persone ed evitare danni ai beni ed ai componenti elettrici installati.

La verifica consta di due momenti: l'esame a vista e l'esecuzione di prove.

### 5.2. ESAME A VISTA

L'esame a vista ha il fine di controllare che l'impianto sia stato realizzato secondo le Norme CEI.

Questo esame è preliminare alle prove e deve accertare che i componenti siano:

- conformi alle prescrizioni delle relative norme;
- scelti e messi in opera correttamente;
- non danneggiati visibilmente.

L'esame può essere di due tipi: ordinario od approfondito.

L'esame ordinario è una ispezione che identifica, senza l'uso di utensili o di mezzi di accesso, quei difetti dei componenti elettrici che sono evidenti allo sguardo (ad esempio mancanza di ancoraggi, connessioni interrotte, involucri rotti, dati di targa, ecc.). Questo esame deve essere sempre eseguito.

L'esame approfondito è una ispezione che viene fatta in aggiunta alla precedente ed identifica tutti quei difetti (ad esempio errata installazione, connessioni non effettuate, morsetti lenti, ecc.) che possono evidenziarsi soltanto usando attrezzi (ad esempio strumenti, utensili e scale).

L'esame approfondito richiede, normalmente, l'accesso ai componenti.

L'esame approfondito può essere necessario in funzione:

- dello stato di conservazione dell'impianto (accuratezza delle manutenzioni, addestramento e/o esperienza del personale, esistenza di modifiche o manipolazioni non autorizzate, manutenzioni non appropriate effettuate non seguendo le raccomandazioni del costruttore, vetustà dell'impianto e dei relativi componenti, ecc.);

- delle condizioni ambientali (esposizione ad ambienti corrosivi, a prodotti chimici, possibilità di accumulo di polvere o sporcizie, possibilità di ingresso di acqua, esposizione ad eccessiva temperatura ambiente, possibilità di guasti meccanici, esposizione a vibrazioni, ecc.);
- della gravosità del servizio (ore di funzionamento al giorno, numero di giorni per anno, ecc.);
- della qualità della documentazione esibita.

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

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

### 5.3. PROVE

Per prova si intende l'effettuazione di misure o di altre operazioni sull'impianto elettrico mediante le quali si accerta la rispondenza dell'impianto alle Norme CEI.

La misura comporta l'accertamento di valori mediante l'uso di appropriati strumenti.

### 5.4. EFFETTUAZIONE DELLE VERIFICHE

#### 5.4.1. Assistenza

La verifica deve essere eseguita se necessario con la collaborazione di una persona responsabile, esperta delle caratteristiche dell'impianto, degli ambienti e delle precauzioni da mettere in atto nell'effettuazione delle prove. In

questo caso tutte le richieste necessarie alla effettuazione della verifica devono essere date dal verificatore direttamente alla persona responsabile dell'assistenza che deve stabilire le forme di intervento.

#### **5.4.2. Periodicità**

La periodicità delle verifiche è indicata dalle norme tecniche specifiche. In loro mancanza l'intervallo di tempo può essere stabilito tenendo conto delle condizioni di gestione dell'impianto.

#### **5.4.3. Campionatura degli impianti**

Le verifiche possono prevedere controlli a campione o totali.

Generalmente si consiglia una verifica per campionatura dell'impianto quando sono installate costruzioni elettriche simili in grande quantità (ad esempio: apparecchi di illuminazione, scatole di derivazione, prese a spina, ecc.) o quando si è notata una corretta conduzione dell'impianto (manutenzioni appropriate, documentazioni aggiornate, costruzioni elettriche nuove o in buono stato di conservazione, ecc.).

### **5.5. DOTAZIONE STRUMENTALE**

#### **5.5.1. Conformità delle caratteristiche**

Le caratteristiche degli strumenti (esempio: corrente di prova e tensione a vuoto per la prova di continuità), devono essere conformi a quanto indicato dalle norme impianti.

#### **5.5.2. Conformità alle norme di sicurezza**

Gli strumenti devono essere realizzati e provati conformemente alle norme di sicurezza relative.

#### **5.5.3. Calibrazione ed assistenza**

Si ricorda che il costruttore ed il distributore della strumentazione, certificati in conformità alle Norme internazionali/europee UNI EN ISO 9001 e 9002, sono in grado di garantire le procedure di calibrazione con riferimento a strumenti primari certificati da laboratori di taratura riconosciuti.

È importante che il costruttore e/o il distributore della strumentazione siano in grado di fornire e garantire nel tempo un servizio di assistenza per interventi di controllo, riparazione e calibrazione con relativa dichiarazione sul prodotto.

Non ci sono scadenze o periodicità per la validità della calibrazione degli strumenti di misura. Per valutare la necessità di ricalibrazione ci si può riferire all'affidabilità che si vuole ottenere, all'uso e livello di usura dello strumento, alla sua delicatezza, precisione, ecc.

Quale eventuale riferimento si fa presente che gli strumenti primari (in dotazione ai costruttori e distributori certificati) hanno un certificato di taratura che, nei casi più restrittivi, ha almeno un anno di validità.

#### 5.5.4. Strumenti

Per l'effettuazione delle prove si consiglia una dotazione che comprenda almeno:

- apparecchio per la prova della continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- misuratore della resistenza d'isolamento;
- misuratori della resistenza dell'anello di guasto;
- misuratore o apparecchiatura per la misura della resistenza di terra con metodo volt-amperometrico e relativa attrezzatura;
- apparecchio per il controllo di funzionalità degli interruttori differenziali;
- multimetri o voltmetri;
- calibro;
- dito e filo di prova;
- luxmetro.

Tale dotazione è preferibile sia composta da strumenti appositamente costruiti allo scopo, dedicati ed idonei in relazione alle istruzioni fornite dal costruttore. È comunque possibile utilizzare strumentazione non dedicata, purché l'operatore garantisca un risultato equivalente ed affidabile.

#### 5.6. PRINCIPALI VERIFICHE E PROVE DA EFFETTUARSI SUGLI IMPIANTI

Si elencano, di seguito, una serie di verifiche e prove strumentali da effettuarsi sull'impianto in oggetto.

### ***5.6.1. Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione***

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

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

All'interno dei canali e passerelle i singoli circuiti dovranno essere identificati mediante cartellini in arrivo, in partenza e lungo il percorso con una interdistanza di non più di 20 m e sempre in corrispondenza delle derivazioni e dei pozzetti.

Tali identificazioni devono riguardare sia i circuiti di potenza, sia quelli di segnale con particolare riferimento all'identificazione di tutti i loop, bus di rete, f.o., cavi telefonici, rete dati ecc.

Per i tutti i percorsi in vista è necessario infatti che siano riportate le etichette di identificazione sui cavi in corrispondenza dei cavedi ad ogni piano, nei locali quadri di potenza e di segnale/sicurezza ad ogni piano, locali UPS, cabine MT/BT, locali G.E.; ugualmente importante sarà associare ad ogni porta di cavedio e nei locali quadri in genere delle tabelle codificate identificative della batteria dei canali, identificando le destinazioni dei canali e/o dei setti separatori per ogni tipo di impianto energia/ausiliare/sicurezza ecc..

### ***5.6.2. Verifica della sfilabilità dei cavi***

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra 1 % ed il 5 % della lunghezza totale. A questa verifica si aggiungono anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

### ***5.6.3. Misura della resistenza di isolamento***

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125 V nel caso di misura su parti di impianto di categoria 0, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di 1a categoria.

La misura si deve effettuare fra l' impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti. La misura è

relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi sono:

- 500.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

#### **5.6.4. Misura delle cadute di tensione**

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

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

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale che non deve essere superiore al 4 %.

#### **5.6.5. Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e sovraccarichi**

Si deve controllare che:

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

#### **5.6.6. Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti**

Devono essere eseguite le verifiche dell' impianto di terra descritte nelle Norme CEI 64-8.

Si devono effettuare le verifiche sottodescritte.

Esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni.

Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina.

Si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell' impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico.

La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest' ultima nel caso di semplice dispersione a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza.

Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario; deve essere controllato in base ai valori misurati il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale.

Per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al Distributore di energia elettrica. Quando occorre, sono da effettuare le misure delle tensioni di contatto e di passo. Queste sono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati. Nei locali da bagno deve essere eseguita la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari tra il collegamento equipotenziale ed il conduttore di protezione; detto controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

## 5.7. MISURE E VERIFICHE SU QUADRI ELETTRICI

### 5.7.1. Collaudi in officina del Costruttore

Prove di accettazione secondo norme CEI 17.13/1990 e 17.15/1989; a titolo esemplificativo e non limitativo vengono elencate alcune prove che saranno eseguite:

- controllo generale del quadro;
- controllo dimensionale, controllo carpenteria, sbarre e connessioni primarie e dei cablaggi;
- controllo dei dati nominali degli apparecchi e della strumentazione;
- controllo della corretta installazione dei componenti, dell'operabilità degli apparecchi di manovra e protezione, dell'efficienza dei comandi, dei blocchi, dei meccanismi, ecc.;

- controllo visivo del grado di protezione;
- controllo dell'eventuale tropicalizzazione;
- controllo delle targhe;
- controllo delle protezioni contro i contatti diretti ed indiretti (verifica della continuità del circuito di protezione);
- prova di tensione applicata (rigidità dielettrica) a frequenza industriale;
- controllo del funzionamento elettrico con messa in tensione;
- controllo delle sequenze di funzionamento;
- controllo delle sequenze di intervento dei dispositivi di protezione e di allarme

Il Costruttore dovrà inoltre produrre la seguente documentazione di prova e/o di certificazione eseguite su quadri standard dello stesso tipo:

- prove della tenuta ai corti circuiti (corrente di breve durata sui circuiti principali e di terra);
- misure dei limiti di sovratemperatura (prove di riscaldamento).

### 5.7.2. *Controlli dopo il montaggio*

A titolo esemplificativo elenchiamo le verifiche che potranno essere richieste, senza alcun onere a carico della Stazione Appaltante:

- protezioni;
- verifica della loro adeguatezza e del loro coordinamento, misura dell'impedenza dell'anello di guasto;
- apparecchiature;
- verifica delle tarature;
- verifica dei dispositivi di protezione contro i corto circuiti;
- funzionalità e interblocchi;
- prove di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli interblocchi e degli automatismi.

## 5.8. MISURE E VERIFICHE SU CAVI DI POTENZA E DI COMANDO A BASSA TENSIONE

### 5.8.1. Collaudi in officina del Costruttore

Saranno eseguite le prove di accettazione previste dalle norme CEI 20.13, 20.14, 20.20 e 20.22; a titolo esemplificativo esse saranno:

- prove di tensione;
- misura della resistenza elettrica dei conduttori;
- misura della resistenza isolamento a freddo riportata a 20 °C;
- controlli dimensionali.

In alternativa alle prove la Stazione Appaltante potrà richiedere una autocertificazione.

### 5.8.2. Dopo la posa e l'esecuzione delle terminazioni

- il controllo delle polarità;
- misure dell'isolamento.

## 5.9. DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E PROGETTO AS-BUILT

A lavori ultimati l'Appaltatore dovrà consegnare al Committente tutti i disegni as-built su supporto magnetico, quotati, generali e particolari, delle opere eseguite secondo le modalità definite nel CSA e le indicazioni fornite dalla DL nel corso dei lavori.

Dovranno inoltre essere forniti i certificati di collaudo, la garanzia delle ditte fornitrici, la dichiarazioni di conformità ai sensi del DM 37/08 e le schede tecniche di tutti i materiali ed apparecchiature installati.

Tutta la documentazione dovrà essere fornita in almeno 3 copie sia su supporto cartaceo che magnetico, debitamente sottoscritta da tecnico abilitato, professionista iscritto all'Ordine degli Ingegneri od al Collegio dei Periti Industriali.

### 5.10. MANUALE D'USO E MANUTENZIONE

È prescritta la fornitura di manuali di uso e manutenzione per ciascun componente delle apparecchiature. Il manuale dovrà essere provvisto di un indice dei contenuti e dovrà essere impaginato secondo tale indice con le indicazioni di riferimento poste prima delle istruzioni pertinenti, queste ultime dovranno essere leggibili e di facile consultazione; il manuale dovrà comprendere:

- schemi elettrici e di controllo contenenti i dati esplicativi per l'uso ed il controllo di ogni componente;
- la sequenza di controllo che ne illustri l'avviamento, il funzionamento e l'arresto;
- la descrizione della funzione di ogni componente principale;
- la procedura per l'avviamento e quella per il funzionamento;
- le istruzioni per l'arresto;
- le istruzioni per l'installazione;
- le istruzioni per la manutenzione.

La parte della lista riguardante le apparecchiature dovrà indicare le fonti di acquisto, i pezzi di ricambio raccomandati e l'organizzazione di assistenza che sia più razionalmente conveniente in riferimento all'ubicazione dell'installazione.

Il manuale dovrà essere completo per tutto quanto riguarda le apparecchiature, i controlli, gli accessori e tutte le aggiunte necessarie per una corretta installazione.

### 5.11. ISTRUZIONI

L'Appaltatore dovrà fornire complete informazioni per la messa a punto, l'esercizio e la manutenzione che includano altresì le prescrizioni di sicurezza per ogni componente degli impianti.

In particolare, durante il periodo di garanzia degli impianti e nella fase di messa in servizio e consegna degli impianti, dovrà provvedere alla istruzione del personale tecnico della Committente, sull'uso delle apparecchiature, sulla loro programmazione e sulla loro gestione e manutenzione, al fine di consentire il corretto utilizzo degli impianti in maniera totalmente autonoma, per le operazioni di ordinaria manutenzione e di gestione.