

REGIONE DEL VENETO 	VI.ABILITA' S.r.l. 	PROVINCIA DI VICENZA 										
<h1 style="text-align: center; color: green;">"SP 134 Tunnel Schio-Valdagno: Rifacimento impianto di illuminazione delle gallerie SchioValdagnoPass e Valle Miara"</h1> <h2 style="text-align: center; color: green;">Commessa 15/2019</h2>												
<h1 style="text-align: center; color: red;">PROGETTO ESECUTIVO</h1>												
<b>oggetto</b>	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PRESCRIZIONI TECNICHE											
Presidente di Vi.abilità S.r.l. Dott.ssa Magda Dellai		Il Direttore Generale di Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni										
<b>progettazione</b>  <b>SINT Ingegneria</b> Srl Via Cristoforo Colombo, 106 I-36061 Bassano del Grappa (VI) Tel.: +39 0424 568457 Fax: +39 0424 219564 E-mail: <a href="mailto:info@sintingegneria.it">info@sintingegneria.it</a> Web-site: <a href="http://www.sintingegneria.it">www.sintingegneria.it</a>  Ing. Francesco Fantinato Ing. Luca Bernardi	<b>responsabile dei lavori(D.L.gs. 81/08)</b>  Vi.abilità S.r.l. Ing. Fabio Zeni	<b>elaborato</b>  <h2 style="text-align: center;">EEcst</h2> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td><b>data</b></td> </tr> <tr> <td>11/2019</td> </tr> <tr> <td><b>aggiornamento/i data e numero</b></td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td><b>scala/e</b></td> </tr> <tr> <td>-</td> </tr> <tr> <td><b>commessa/e</b></td> </tr> <tr> <td>15/2019</td> </tr> <tr> <td><b>codice elaborato</b></td> </tr> <tr> <td>19020_0EEcst</td> </tr> </table>	<b>data</b>	11/2019	<b>aggiornamento/i data e numero</b>		<b>scala/e</b>	-	<b>commessa/e</b>	15/2019	<b>codice elaborato</b>	19020_0EEcst
<b>data</b>												
11/2019												
<b>aggiornamento/i data e numero</b>												
<b>scala/e</b>												
-												
<b>commessa/e</b>												
15/2019												
<b>codice elaborato</b>												
19020_0EEcst												
<b>eseguito</b>  Ing. Luca Bernardi	<b>controllato</b>  Ing. Luca Bernardi											
Vi. abilità S.r.l. Via L.L. Zamenhof, 829 36100 -- Vicenza - Italy	Tel. +39 0444 385711 Fax +39 0444 385799 E -- mail <a href="mailto:info@vi-abilita.it">info@vi-abilita.it</a> Web site <a href="http://www.vi-abilita.it">www.vi-abilita.it</a>	Capitale sociale: 5.050.000,00 euro Partita IVA: 02928200241 Registro Imprese di Vicenza: 02928200241 R:E:A: di Vicenza: n. 285329										
QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTREMENTI PUBBLICATO IN TUTTO O IN PARTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI VI.ABILITA' S.p.A. (Legge 22.04.1941, n.633 -- art. 2575 E SEGG. C.C.)												

**COMMITTENTE: Vi.abilità S.r.l.**

**OGGETTO: SP 134 TUNNEL SCHIO-VALDAGNO: RIFACIMENTO  
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELLE GALLERIE  
SCHIOVALDAGNOPASS E VALLE MIARA" -  
COMMESSA 15/2019.**

**TITOLO: CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
PRESCRIZIONI TECNICHE**

## **SOMMARIO**

1. INTRODUZIONE .....	4
2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE .....	5
3. PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE .....	5
3.1 PRESCRIZIONI DI LEGGE .....	5
3.2 PRESCRIZIONI NORMATIVE .....	6
3.2.1 COMUNI .....	6
3.2.2 IMPIANTI ELETTRICI .....	6
4. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI .....	10
4.1 PREMessa .....	10
4.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI INTERVENTO, OPERE PROVVISORIALI E RIMOZIONI .....	10
4.2.1 GENERALITA' .....	10
4.2.2 INDIVIDUAZIONE E SEQUENZA DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI .....	11
4.2.3 PRECISAZIONI SULLE RIMOZIONI, SPOSTAMENTI E SUGLI SMALTELLAMENTI .....	13
4.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI .....	13
4.3.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	13
4.3.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	14
4.3.3 PROTEZIONE COMBINATA CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI .....	14
4.4 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI .....	15
4.4.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI .....	15
4.4.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI .....	15
4.5 ASPETTI DI PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI .....	15
4.5.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI AI FINI ANTISISMICI .....	16
4.5.2 ACCORGIMENTI GENERALI PER ZONE SISMICHE .....	16
4.5.3 PROVA DI QUALIFICA SISMICA - APPARATI ELETTRICI .....	17
4.6 GRUPPI DI CONTINUITA' ASSOLUTA (UPS) CON POTENZA FINO A 20 KVA .....	17
4.6.1 GENERALITA' .....	17
4.6.2 ACCUMULATORI AL PIOMBO DI TIPO ERMETICO .....	18
4.6.3 ALTRI COMPONENTI .....	19
4.7 CENTRAL POWER SUPPLY (CPS) CON POTENZA TRA 20 E 30 KVA .....	19
4.7.1 STANDARD DI RIFERIMENTO .....	19
4.7.2 CARATTERISTICHE GENERALI .....	19
4.7.3 RADDRIZZATORE .....	21
4.7.4 INVERTER .....	21
4.7.5 CARICA BATTERIA .....	21
4.7.6 ACCUMULATORI AL PIOMBO DI TIPO ERMETICO .....	21
4.7.7 BY-PASS / COMMUTAZIONE AUTOMATICA .....	22
4.7.8 BY-PASS MANUALE ESTERNO .....	22
4.7.9 BACKFEED-PROTECTION .....	22
4.7.10 ALTRI COMPONENTI .....	22
4.8 QUADRI E APPARECCHIATURE DI BASSA TENSIONE .....	24
4.8.1 GENERALITA' .....	24
4.8.2 QUADRI CON INVOLUCRO METALLICO E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE .....	26
4.9 RIFASAMENTO .....	27

4.9.1 GENERALITÀ .....	27
4.9.2 REGOLATORE DI POTENZA REATTIVA .....	27
4.9.3 APPARECCHIATURE DI PROTEZIONE E COMANDO .....	27
4.10 CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI .....	28
4.10.1 CAVI E CONDUTTORI PER BASSA TENSIONE .....	28
4.10.2 SISTEMI DI POSA DEI CAVI .....	32
4.10.3 ATTRAVERSAMENTO SUPERFICI DI COMPARTIMENTAZIONE .....	32
4.10.4 CAVI SPECIALI .....	33
4.11 CAVIDOTTI ED ACCESSORI .....	35
4.11.1 TUBAZIONI .....	35
4.11.2 CANALI E PASSERELLE .....	43
4.12 CONTENITORI ED ACCESSORI .....	46
4.12.1 GENERALITÀ .....	46
4.12.2 CASSETTE DI DERIVAZIONE ISOLANTI, DA INCASSO O DA SEMINCASSO .....	47
4.12.3 CASSETTE DI DERIVAZIONE ISOLANTI, IN VISTA .....	48
4.12.4 CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE .....	49
4.12.5 GIUNTI DIRITTI ED DI DERIVAZIONE BT .....	49
4.13 IMPIANTI TERMINALI .....	52
4.13.1 GENERALITÀ .....	52
4.13.2 PUNTI LUCE .....	53
4.13.3 PUNTI COMANDO .....	54
4.13.4 PUNTI REGOLAZIONE .....	55
4.13.5 PUNTI ALIMENTAZIONE DIRETTA .....	55
4.13.6 PUNTI UTILIZZATORI .....	56
4.14 ALIMENTAZIONE IMPIANTI SPECIFICI .....	60
4.14.1 ALIMENTAZIONE IMPIANTI MECCANICI .....	60
4.14.2 ALIMENTAZIONE IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....	60
4.14.3 ALIMENTAZIONE MOTORI ELETTRICI .....	60
4.15 IMPIANTO DI TERRA .....	60
4.15.1 GENERALITÀ .....	60
4.15.2 COMPONENTI TIPICI IMPIANTI DI MESSA A TERRA .....	63
4.15.3 IMPIANTI DI TERRA PER APPLICAZIONI PARTICOLARI .....	64
4.16 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE .....	64
4.16.1 GENERALITÀ .....	64
4.16.2 QUADRI ELETTRICI DI PROTEZIONE E COMANDO .....	64
4.16.3 GENERALITÀ SUGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	65
4.16.4 APPARECCHI ILLUMINANTI PER ILLUMINAZIONE PERMANENTE E DI RINFORZO IN GALLERIA DEL TIPO A LED .....	66
4.16.5 SISTEMA DI TELEGESTIONE PUNTUALE SU ONDE RADIO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE .....	67
4.16.6 SISTEMA DI MISURAZIONE DELLA LUMINANZA ESTERNA .....	69
4.16.7 CAVI E CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE .....	69
4.16.8 MUFFOLE E MORSETTIERE .....	70
4.17 INTEGRAZIONE DEL SISTEMA DI CONTROLLO E DI SUPERVISIONE .....	70
4.17.1 GENERALITÀ .....	70
4.17.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI INTEGRAZIONE .....	71
4.17.3 COORDINAMENTO DELLA REALIZZAZIONE IMPIANTO DI SUPERVISIONE .....	72
4.17.4 SPECIFICHE, DOCUMENTAZIONE ED ADDESTRAMENTO DEL PERSONALE IMPIANTO DI SUPERVISIONE .....	72
5. MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE CIVILI PER IMPIANTI TECNOLOGICI .....	72
5.1 SCAVI .....	73
5.1.1 SCAVI PER CAVIDOTTI .....	73
5.1.2 SCAVI DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA .....	74
5.2 POZZETTI .....	74
5.2.1 POZZETTO REALIZZATO IN OPERA CON CHIUSINO IN GHISA .....	74
5.2.2 POZZETTO PREFABBRICATO CON CHIUSINO IN GHISA .....	75
5.3 PLINTI DI SOSTEGNO PALI .....	75
5.4 DEMOLIZIONE DI MURATURE .....	76
5.5 CONGLOMERATI DI CEMENTO .....	76
5.6 ATTRAVERSAMENTI INTERRATI .....	77
6. ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE .....	77
6.1 VERNICIATURE .....	77
6.2 ETICHETTATURA ED INDIVIDUAZIONE COMPONENTI .....	77
6.3 MATERIALI PER OPERE METALLICHE .....	78
6.3.1 MATERIALI FERROSI .....	78
6.3.2 CARPENTERIE IN ACCIAIO .....	78
7. NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI .....	79

8. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI .....	80
9. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE.....	80
9.1 CAMPIONI DI MATERIALI E DI TIPOLOGIE ESECUTIVE .....	81
9.2 SISTEMA DI GARANZIA DELLA QUALITÀ .....	81
9.3 ELENCO PRINCIPALI SUBFORNITORI .....	81
9.4 GARANZIA .....	81
10. VERIFICHE E PROVE .....	82
10.1 PROVE DI TIPO, DI ACCETTAZIONE E RELATIVE CERTIFICAZIONI .....	82
10.1.1 CAVI BT .....	82
10.1.2 CANALIZZAZIONI.....	83
10.2 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI.....	83
10.2.1 IMPIANTI ELETTRICI .....	83
10.2.2 QUADRI BT .....	84
10.2.3 CAVI ELETTRICI DI BT .....	85
10.2.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE .....	85
10.3 AVVIAMENTO E MESSA A PUNTO DEGLI IMPIANTI .....	86
10.4 VERIFICHE E PROVE FINALI .....	86
10.5 COLLAUDO FINALE .....	87
11. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI.....	87

## 1. INTRODUZIONE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

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

Inoltre potranno essere utilizzati i termini “Impresa”, “Consorzio di Imprese”, “Associazione temporanea di Imprese (ATI)”, “Ditta”, “Appaltatore”, “Esecutore”: anch’essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il soggetto APPALTATORE dell’opera.

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

- AD Azienda distributrice di energia elettrica, e/o di gas, e/o di acqua
- ag Rapporto tra l’accelerazione al suolo in caso di sisma e l’accelerazione di gravità  $g=9.81\text{m/s}^2$
- BT o bt Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.”: nel caso specifico sta per 400/230V
- CCIAA Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
- CEI Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA Capitolato Speciale di Appalto
- DL Direzione dei Lavori, generale o specifica
- IMQ Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- MT Simbolo generico di “Sistema di media tensione in c.a.”: nel caso specifico sta per 20kV
- PU Prezzo Unitario
- SA Stazione Appaltante
- SIL Sistema Italiano Laboratori di prova
- UNEL Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- VVF Vigili del Fuoco
- UPS Gruppo di continuità assoluta

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

## 3. PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE

### 3.1 PRESCRIZIONI DI LEGGE

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

Si precisa che i “Criteri Ambientali Minimi” (CAM), di cui al Decreto del Ministro dell’Ambiente del 27 settembre 2017 recante “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”, non essendo applicabile alle gallerie (vedi cap. 2 del D.M. su menzionato) non saranno considerati nel presente intervento

#### Generali

- Legge n° 186 del 01/03/1968 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche
- D.M. 01/12/1975 “Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi in pressione”
- Legge n° 791 del 18/10/1977 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici
- D.M. 22 gennaio 2008, n.37 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- D.P.R. n° 380 del 06/06/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”
- D. M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”

### **Sicurezza**

- D.P.R. n° 320 del 20 marzo 1956 “ Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo”
- D.Lgs. n° 81 del 2008 “Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” (c.d. "Testo Unico sulla Sicurezza")
- D.Lgs. n° 106 del 3 agosto 2009 recante “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- Direttiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione (c.d. Direttiva bassa tensione)
- Direttiva Macchine 2006/42/CE
- D.Lgs. n° 17 del 27 gennaio 2010, “Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori. (GU n. 41 del 19-2-2010)
- D.P.R. 16/12/1992, n.495 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
- D.M. 10/7/2002 - Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo.

## **3.2 PRESCRIZIONI NORMATIVE**

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

### **3.2.1 COMUNI**

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

### **3.2.2 IMPIANTI ELETTRICI**

**Norme CEI** (comitati tecnici):

- CT 0: Applicazione delle Norme e testi di carattere generale (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT0, attinenti alle opere da eseguire)
- Norma CEI 0-16 – “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- CT 1/25: Terminologia, grandezze e unità (ex CT1/24/25) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT1/25, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 2: Macchine rotanti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT2, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 3: Strutture delle informazioni, documentazioni e segni grafici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT3, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 7: Materiali conduttori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT7, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 8/28: Tensioni, correnti e frequenze normali / Coordinamento degli isolamenti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT8/28, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 9: Sistemi e componenti elettrici ed elettronici per trazione
- CT 11: Linee elettriche aeree e materiali conduttori
- CT 13: Apparecchi per la misura dell'energia elettrica e per il controllo del carico (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT13, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 14: Trasformatori
- CT 15/98: Materiali isolanti - Sistemi di isolamento (ex CT15/63) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT15/98, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 16: Contrassegni dei terminali e altre identificazioni (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT16, attinenti alle opere da eseguire)

- CT 17: Grossa apparecchiatura (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT17, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 20: Cavi per energia (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT20, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 21/35: Accumulatori e pile (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT21/35, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 22: Elettronica di potenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT22, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 23: Apparecchiatura a bassa tensione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT23, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 31: Materiali antideflagranti
- CT 32: Fusibili (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT32, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 33: Condensatori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT33, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 34: Lampade e relative apparecchiature (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT34, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 37: Scaricatori (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT37, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 38: Trasformatori di misura (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT38, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 40: Condensatori e resistori per apparecchiature elettroniche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT40, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 44: Equipaggiamento elettrico delle macchine industriali (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT44, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 46: Cavi simmetrici e coassiali, cordoncini, fili, guide d'onda, connettori per radiofrequenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT46, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 55: Conduttori per avvolgimenti (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT55, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 56: Fidatezza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT56, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 57: Telecomunicazioni associate ai sistemi elettrici di potenza (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT57, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 59/61: Apparecchi utilizzatori elettrici per uso domestico e similare (ex CT107) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT59/61, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 64: Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT64, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 65: Controllo e misura nei processi industriali (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT65, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 66: Sicurezza degli strumenti di misura, controllo e da laboratorio (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT66, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 70: Involucro di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT70, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 79: Sistemi di rilevamento e segnalazione per incendio, intrusione, furto, sabotaggio e aggressione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT79, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 81: Protezione contro i fulmini (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT81, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 82: Sistemi di conversione fotovoltaico dell'energia solare
- CT 85: Strumenti di misura delle grandezze elettromagnetiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT85, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 86: Fibre ottiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT86, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 89: Prove relative ai rischi da fuoco (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT89, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 94: Relè elettrici a tutto o niente (ex CT94/95, ex CT41) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT94, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 95: Relè di misura e dispositivi di protezione (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT95, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 96: Trasformatori di sicurezza ed isolamento (ex SC14D) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT96, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 99: Impianti elettrici di potenza con tensioni nominali superiori a 1 kV in corrente alternata (ex SC11A)
- CT 100: Sistemi e apparecchiature audio, video e multimediali (ex CT 84/60, SC 12A, SC 12G) (tutte le



Norme emesse dal Comitato Tecnico CT100, attinenti alle opere da eseguire)

- CT 103: Radiotrasmissioni (ex SC103) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT103, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 104: Condizioni ambientali. Classificazioni e metodi di prova (ex CT50, CT75) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT104, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 106: Esposizione umana ai campi elettromagnetici (ex CT211) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT106, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 108: Sicurezza delle apparecchiature elettroniche per tecnologia audio/video, dell'informazione e delle telecomunicazioni (ex CT 74, CT 92) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT108, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 109: Coordinamento degli isolamenti per apparecchiature a bassa tensione (ex SC28A) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT109, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 205: Sistemi bus per edifici (ex CT83) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT205, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 210: Compatibilità elettromagnetica (ex CT110) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT210, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 216: Rivelatori di gas (ex CT 116) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT216, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 301/22G: Azionamenti elettrici (ex CT301, SC22G) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT301/22G, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 304: Interferenze elettromagnetiche (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT304, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 305: Appareati e sistemi terminali di telecomunicazioni (ex SC303B, 303E/F) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT305, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 306: Interconnessione di apparecchiature di telecomunicazione (ex SC303L) (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT306, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 307: Aspetti ambientali degli impianti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT307, attinenti alle opere da eseguire)
- CT 308: Impatto ambientale di materiali e prodotti elettrici (tutte le Norme emesse dal Comitato Tecnico CT308, attinenti alle opere da eseguire)

#### **Altre norme**

- Tabelle CEI-UNEL per il dimensionamento dei cavi elettrici
- Direttiva europea 2004/54/CE (aprile 2004) e relativo Decreto Legislativo di attuazione 5/10/06 n.264.
- D.Lgs n° 264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE
- D. Leg.vo n. 285 del 1992 – “Nuovo Codice della Strada”
- D. Leg.vo n.9 del 15/01/2002, “Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada”
- D.M. Infrastrutture e dei Trasporti del 14/09/2005 – “Norme di illuminazione delle gallerie stradali”
- Circolare ANAS n. 197431/09 “Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali”

#### **Riferimenti Normativi per il Dimensionamento dei Cavi**

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

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

- per gli impianti in galleria posati in sede non protetta (ad esempio per la posa in canalina portacavi): cavi tipo FG18(O)M16 con classe di reazione al fuoco B2ca - s1a, d1, a1
- per impianti in locali tecnici collocati all'aperto e per gli impianti all'aperto: cavi tipo FG16(O)R16 cavi con classe di reazione al fuoco Cca - s3, d1, a3
- per gli impianti di sicurezza/emergenza in galleria posati, in tutto o in parte, in sede non protetta: cavi tipo FTG10(O)M1 resistenti al fuoco (\*)

(\*) Ad oggi, rimangono esclusi dalla classificazione di comportamento (o Reazione) al fuoco i cavi resistenti al fuoco, in quanto le norme europee per questa gamma di prodotti sono ancora in fase di elaborazione.

### **Illuminazione**

- Norma UNI 11095 – Illuminazione delle gallerie
- Norma UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norme UNI 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- Norme UNI 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- Norme UNI 13201-4 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- Norma UNI EN 13032-1 – Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- Norma CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza
- Norma CEI EN 50171: Sistemi di alimentazione centralizzata
- Norma CEI EN 60598 - 1 - Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- Norma CEI EN 60598 2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza

### **Comunicazione**

- ISO/IEC 11801 - Information technology – Generic cabling for customer premises
- Norma CEI EN 50173 – “Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato”
- Norma CEI EN 50174 – “Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio”
- Norma CEI EN 50310 – “Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione”
- Tabella CEI-UNEL 36011- “Cavi per sistemi di comunicazione - Sigle di designazione”
- Norma CEI EN 60793-2 – “Fibre ottiche - Parte 2: Specifiche di prodotto – Generalità”
- Norma CEI EN 60793-2-10 – “Fibre ottiche - Parte 2-10: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per le fibre multimodali di categoria A1”
- Norma CEI EN 60793-2-50 – “Fibre ottiche - Parte 2-50: Specifiche di prodotto - Specifica settoriale per fibre monomodo di classe B”
- Norma CEI EN 60794-2 – “Cavi a fibre ottiche - Parte 2: Cavi per interni - Specifica settoriale”
- Norma CEI EN 60794-3 – “Cavi in fibra ottica - Parte 3: Specifiche settoriali - Cavi da esterni”
- Norma CEI EN 60825-1 – “Sicurezza degli apparecchi laser”
- Norma CEI EN 60874-1 – “Connettori per fibre e cavi ottici”
- Norma CEI EN 61073-1 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi in fibra ottica - Giunti meccanici e protezioni di giunti a fusione per fibre e cavi ottici - Parte 1: Specifica generica”
- Norma CEI EN 61300-2-2 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 2-2: Prove - Resistenza all'usura della connessione”
- Norma CEI EN 61300-3-6 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 3-6: Esami e misure - Attenuazione di riflessione”
- Norma CEI EN 61300-3-34 – “Dispositivi di interconnessione e componenti passivi per fibre ottiche - Procedure di prova e di misura fondamentali - Parte 3-34: Esami e misure - Attenuazione di connettori accoppiati in modo casuale”

### **Norme IEEE**

- IEEE 802.3i - 10BASE-T 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over twisted pair
- IEEE 802.3j- 10BASE-F 10 Mbit/s (1.25 MB/s) over Fiber-Optic
- IEEE 802.3u - 100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX Fast Ethernet at 100 Mbit/s (12.5 MB/s) w/autonegotiation
- IEEE 802.3z - 1000BASE-X Gbit/s Ethernet over Fiber-Optic at 1 Gbit/s (125 MB/s)

- IEEE 802.3ab - 1000BASE-T Gbit/s Ethernet over twisted pair at 1 Gbit/s (125 MB/s)

#### Norme ANSI/TIA/EIA

- ANSI/TIA/EIA-568-B.3, - Optical Fiber Cabling Component Standard
- ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1, - Additional Transmission Performance Specifications for 50/125  $\mu$ m Optical Fiber Cables
- ANSI/TIA/EIA 568 C - Cabling Standard
  - ANSI/TIA/EIA 568-C.0 – “Generic structured cabling”
  - ANSI/TIA/EIA 568-C.1 – “Commercial building cabling”
  - ANSI/TIA/EIA 568-C.2 – “Copper cabling components”
  - ANSI/TIA/EIA 568-C.3 – “Fiber cabling components”
- TIA 472C000-B/ICEA S-83-596-2001, Fiber Optic Premises Distribution Cable
- TIA 472D000-B/ICEA S-87-640-1999, Fiber Optic Outside Plant Communications Cable
- TIA 472E000/ICEA S-104-696-2003, Standard For Indoor-Outdoor Optical Cable
- TIA 472F000/ICEA S-110-717-2003, Optical Drop Cables

## 4. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

### 4.1 PREMESSA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 4.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI INTERVENTO, OPERE PROVVISORIALI E RIMOZIONI

#### 4.2.1 GENERALITA'

Nel presente capitolo viene proposta una possibile sequenza esecutiva degli interventi previsti in Appalto sviluppata in modo tale da minimizzare sia gli inevitabili disagi all'utenza sia i disservizi nell'erogazione dell'energia elettrica e nel funzionamento dei sistemi di sicurezza.

La definizione delle lavorazioni previste nel presente progetto è stata condotta anche attraverso rilievi puntuali, eseguiti in campo con lo scopo di conoscere lo stato di fatto degli impianti e fissare in tal modo le condizioni al contorno entro le quali si inserisce il presente intervento di adeguamento.

Tuttavia, poiché lo stato degli impianti risulta oggetto di possibili modifiche ed integrazioni successive alla data dei rilievi per effetto di lavori di manutenzione, ordinaria o straordinaria, o in seguito ad altri interventi risulta necessario procedere preliminarmente, ovvero prima di iniziare i lavori, con:

- definizione delle zone oggetto di intervento
- l'identificazione, la verifica e la pulizia dei pozzetti esistenti coinvolti nelle vie cavi da utilizzare;
- presa visione e verifica puntuale dei percorsi delle condutture interrate e non esistenti;
- identificazione delle linee oggetto di modifica/integrazione/rimozione;
- identificazione dei quadri elettrici e le altre apparecchiature oggetto di modifica/integrazione/rimozione in cabina ed all'interno del tunnel
- identificazione di eventuali linee BT e di segnale asservite ad utenze non oggetto di modifica/integrazione/rimozione che dovranno essere comunque mantenute attive.
- se siano mutate le condizioni nel sito rispetto a quelle rilevate all'atto della progettazione;
- se siano mutati i vincoli (a livello di percorsi, occupazione di suoli, garanzie di accesso ad altri soggetti interni ed esterni al gestore, ecc.);
- se siano state fissate dal Committente/Gestore alcune "finestre" temporali per la realizzazione delle opere diverse da quelle ipotizzate in fase progettuale

Tutte le sopra elencate attività saranno a carico dell'impresa Appaltatrice dei lavori.

Oltre ai vincoli di natura esterna rispetto ai lavori oggetto dell'Appalto, si dovrà inoltre considerare che nella stessa area di intervento possono operare soggetti diversi che dovranno quindi concordare, preventivamente, ogni attività prevista. I soggetti coinvolti potranno essere:

- l'Impresa principale affidataria dei lavori oggetto del presente Appalto
- il Gestore dell'intera infrastruttura che potrebbe provvedere alla realizzazione, in diretta amministrazione o tramite propri tecnici, di alcune delle opere previste come propedeutiche/provvisionali
- eventuali imprese titolari del contratto di esecuzione dei lavori propedeutici/provvisionali che interferiscono, seppur parzialmente, con i lavori principali oggetto del presente Appalto (ad esempio Imprese incaricate alla pulizia preliminare dei luoghi di lavoro)
- eventuali imprese titolari di contratti di manutenzione impegnate nella realizzazione di opere che possono interferire con i lavori principali oggetto del presente Appalto

Durante l'esecuzione dei lavori potrebbero rendersi necessari degli interventi di natura propedeutica/provvisionale, non ipotizzabili nella presente fase di progetto. Essi hanno lo scopo di garantire, nelle diverse fasi di lavorazione, la continuità di servizio, seppur a livello degradato, delle sezioni di impianto ritenute essenziali al fine di garantire al traffico un livello di sicurezza adeguato.

Anche tali eventuali interventi di natura propedeutica/provvisionale saranno a carico dell'impresa Appaltatrice dei lavori.

## **4.2.2 INDIVIDUAZIONE E SEQUENZA DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI**

### **4.2.2.1 Individuazione delle aree di intervento**

In linea di principio, si possono individuare, le seguenti zone di intervento:

- interno galleria
- zona esterne: imbocco lato Schio ed imbocco lato Valdagno
- cabina esistente lato Schio
- cabina esistente lato Valdagno

### **4.2.2.2 Sequenza delle lavorazioni**

Si riporta nel seguito una possibile suddivisione per fasi dell'intervento precisando che essa costituisce soltanto una possibile sequenza operativa e che alcune fasi potranno essere realizzate contestualmente organizzando le varie lavorazioni con più squadre, rispetto a quanto ipotizzato in progetto:

1. installazione cantiere

2. rimozione degli apparecchi di rinforzo esistenti si due imbocchi: a partire da questa fase la galleria rimane illuminata con la sola illuminazione permanente e tale condizione andrà segnalata con adeguata cartellonistica con messaggio all'utenza del tipo "Galleria non illuminata o "Galleria scarsamente illuminata"
3. rimozione delle linee e delle cassette esistenti BT asservite agli impianti di rinforzo: con questa operazione libero dello spazio all'interno dei cavidotti esistenti
4. rinforzo canaline esistente con nuovi staffaggi e controventature e contestuale tracciamento delle posizioni dei nuovi apparecchi (permanente e rinforzi). In questa fase, laddove la nuova posizione dei futuri corpi illuminanti di illuminazione permanente coincide con la posizione degli attuali apparecchi di permanente, si dovranno spostare questi ultimi al fine di consentire la successiva dei nuovi apparecchi
5. integrazione sistema di canalizzazione laddove indicato negli elaborati di progetto (zona rinforzo lato Valdagno)
6. posa dei nuovi circuiti BT asserviti all'illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza) sia nel tratto interno del tunnel che nel tratto esterno cabina - imbocco
7. posa delle nuove cassette di derivazione per gli apparecchi di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza)
8. posa dei nuovi apparecchi di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza)
9. scavi, tubazioni e plinti per nuovi sensori di luminanza
10. adeguamento quadri ed apparecchiature di cabina (lato Schio e lato Valdagno) e contestuale attivazione del nuovo impianto di illuminazione permanente per "settori": al termine di questa fase l'impianto di illuminazione permanente (ordinaria e di emergenza) è garantito totalmente dai nuovi corpi illuminanti
11. rimozione degli apparecchi di illuminazione permanente esistenti
12. rimozione delle linee e cassette esistenti BT relative ai circuiti permanente
13. posa nuovi cavi BT per rinforzi e sonda di luminanza
14. posa nuove cassette per rinforzi
15. posa nuovi apparecchi per rinforzi
16. attivazione nuovi rinforzi: al termine di questa fase l'impianto di illuminazione di rinforzo è garantito dai nuovi corpi illuminanti
17. prove e collaudi
18. rimozione cantiere

Tale sequenza risulta dettagliata nel cronoprogramma dei lavori facente parte del progetto.

Nello stesso cronoprogramma trovano evidenza anche i seguenti aspetti:

- generalmente le lavorazioni all'interno della galleria dovranno essere eseguite in orario notturno (dalle 22 alle 6) con chiusura parziale della stessa galleria ed apertura successiva al traffico durante le ore diurne (dalle 6 alle 22)
- alcune lavorazioni all'interno della galleria (ad esempio la posa dei nuovi cavi BT) dovranno essere eseguite in orario notturno (dalle 22 alle 6) con chiusura totale della stessa galleria ed apertura successiva al traffico durante le ore diurne (dalle 6 alle 22)
- le lavorazioni all'interno delle cabine, comportando il fuori servizio completo degli impianti di illuminazione e di altri servizi ausiliari dovranno essere anch'esse eseguite in orario notturno (dalle 22 alle 6) con chiusura totale della galleria ed apertura successiva al traffico durante le ore diurne (dalle 6 alle 22)
- il cronoprogramma evidenzia il numero di squadre ed operatori coinvolti nelle singole lavorazioni
- il cronoprogramma considera anche i tempi di approvvigionamento dei materiali

La chiusura parziale prevede il traffico a senso unico alternato lungo la sola attuale corsia in direzione Valdagno – Schio, con cadenza predefinita comunicata all'utenza che prevede intervalli di 1h (salvo diverso avviso del gestore).

Le chiusure totali vanno sempre concordate con il Committente e gestore dell'opera.

Resta inteso che il cronoprogramma, prima dell'inizio dei lavori, dovrà essere esaminato ed eventualmente aggiornato dall'Appaltatore sulla base della propria organizzazione.

#### 4.2.3 PRECISAZIONI SULLE RIMOZIONI, SPOSTAMENTI E SUGLI SMANTELLAMENTI

Alcune apparecchiature elettromeccaniche attualmente presenti nelle cabine o all'interno del fornice del tunnel, risultando non più utilizzabili dal Gestore, dovranno essere smantellate e trasportate presso una discarica autorizzata.

Più precisamente le apparecchiature oggetto di smantellamento sono le seguenti:

- UPS di cabina e relative batterie
- cavi BT asserviti agli impianti di illuminazione esistenti oggetto di rifacimento col presente intervento
- tutti gli apparecchi illuminanti di galleria (rinforzo e permanente)
- cassette di derivazione
- altre apparecchiature di cabina che risultano esautorati col presente intervento (regolatori, centraline sonde luminanza, ecc.)
- sensori di illuminamento agli imbocchi
- altri impianti ausiliari che risultano esautorati col presente intervento

Resta comunque inteso che per ciascuna apparecchiatura il Committente si riserva di indicare, durante il corso dei lavori, una destinazione differente rispetto a quanto sopra riportato.

Per quanto concerne l'operazione di sostituzione di linea esistente da quadro esistente con nuova linea da derivare sempre dal medesimo quadro essa prevede i seguenti passaggi operativi:

- a. identificazione della linea oggetto di rimozione a partire dal relativo quadro di alimentazione con identificazione del relativo interruttore di protezione
- b. identificazione della nuova linea sostitutiva predisposta sino all'ingresso del quadro esistente
- c. apertura del relativo interruttore di protezione nel quadro esistente della linea esistente (inizio fuori servizio del circuito)
- d. distacco della linea esistente dalla morsettiera del quadro attuale
- e. eventuale sostituzione dell'interruttore di protezione (se indicato negli elaborati di progetto)
- f. collegamento della nuova linea alla morsettiera del quadro attuale eventualmente modificata/integrata
- g. chiusura del relativo dispositivo di protezione (fine fuori servizio del circuito)

Le rimozioni, gli smantellamenti e gli spostamenti sopra elencati dovranno essere eseguiti con modalità e tempi che dovranno essere di volta in volta concordati preventivamente con il Committente e/o con la Direzione Lavori.

#### 4.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

##### 4.3.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

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



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

#### 4.3.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

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

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

##### 4.3.2.1 Sistema di distribuzione TN

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema TN, deve essere garantita mediante una o più delle seguenti misure:

- Tempestivo intervento delle protezioni di massima corrente degli interruttori preposti alla protezione delle linee e, laddove ciò non risultasse possibile, tramite protezioni di tipo differenziale
- Utilizzo di componenti di classe II
- Realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento

Per la protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TN è necessario che in ogni punto dell'impianto sia rispettata la condizione:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_g}$$

dove:

- $U_0$  è la tensione di fase (stellata)
- $Z_g$  è l'impedenza dell'anello di guasto
- $I_a$  è la corrente di intervento in 5 s, 0.4 s o 0.2 s (a seconda del caso) del dispositivo di protezione

Tempi di intervento non superiori a 0.4 s sono prescritti per tutti i circuiti terminali. Per i circuiti di distribuzione (dove le probabilità di guasto sono minori), sono ritenuti sufficienti tempi di intervento pari a 5 s. Nell'impossibilità di soddisfare a tale relazione con i dispositivi magnetotermici preposti alla protezione delle linee è previsto il ricorso a sistemi di protezione differenziali.

Nei tratti della rete di distribuzione dove è previsto il sistema TN-C il dispositivo differenziale non può essere utilizzato.

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

#### 4.3.3 PROTEZIONE COMBINATA CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

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

Si fanno in merito le seguenti prescrizioni:

- Nei circuiti SELV la tensione non sia superiore a 50 V se in alternata e 120 V se in continua. La sorgente sia costituita da un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI 14-6 o da sorgenti con grado di sicurezza equivalente. I circuiti e le relative masse non devono avere punti a terra e devono essere adeguatamente separati da altri circuiti (posa su condutture separate o provvedimento equivalente). Se la tensione è inferiore a 25 V in alternata o 60 V in continua non è necessario provvedere a protezioni contro i contatti diretti

- Nei circuiti PELV a parte la necessità di prevedere un punto a terra per motivi funzionali devono essere rispettate tutte le indicazioni prescritte per i circuiti SELV
- Nei circuiti FELV (circuiti in bassa tensione non SELV e non PELV) deve essere garantita la protezione contro i contatti diretti. In particolare, la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata dalla protezione del circuito di alimentazione del primario del trasformatore

#### **4.4 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI**

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

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

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

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

##### **4.4.1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI**

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

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

##### **4.4.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI**

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

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

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

#### **4.5 ASPETTI DI PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI**

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

Tra gli elementi non strutturali, nel caso di cui trattasi, si possono citare:

- Quadri elettrici
- UPS / CPS
- Armadi dati
- Tubazioni in genere

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



#### 4.5.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI AI FINI ANTISISMICI

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.5.2 ACCORGIMENTI GENERALI PER ZONE SISMICHE

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

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

#### 4.5.3 PROVA DI QUALIFICA SISMICA - APPARATI ELETTRICI

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

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

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

##### 4.5.3.1 Tenuta sismica - Quadri BT ed MT

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

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

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

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

##### 4.5.3.2 UPS E CPS

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

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

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

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

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

#### 4.6 GRUPPI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA (UPS) CON POTENZA FINO A 20 KVA

##### 4.6.1 GENERALITÀ

L'UPS deve essere del tipo statico on-line (carico alimentato dall'inverter sia in condizioni ordinarie che all'insorgere di interruzioni di alimentazione da rete o "buchi di tensione") completo di convertitore AC/DC (raddrizzatore), accumulatori, convertitore DC/AC (inverter) e commutatore statico.

La potenza dell'UPS deve essere pari alla massima potenza che il carico alimentato può richiedere in regime permanente maggiorata del 10-15% per futuri ampliamenti ed approssimata per eccesso alla più prossima potenza commerciale.

Per UPS monofase – monofase la linea di alimentazione deve essere dimensionata per  $1,5 I_n$  ( $I_n$  = corrente nominale in uscita all'UPS).

Per UPS trifase – trifase, trifase – monofase la linea di alimentazione deve essere dimensionata per  $1,1 I_n$  ( $I_n$  = corrente nominale in uscita all'UPS).

L'energia erogata dall'UPS deve essere fornita da batteria di accumulatori mantenuta in carica in tampone alla rete. Gli accumulatori devono essere del tipo a ricombinazione di gas (accumulatori ermetici) e pertanto completamente chiusi salvo la valvola di sfogo.

La capacità degli accumulatori deve garantire un'autonomia dell'alimentazione alla potenza nominale dell'UPS per un tempo adeguato.

Deve essere predisposto (se non incorporato nell'UPS) un circuito di by-pass ad azionamento manuale per permettere in caso di avaria o di interventi di manutenzione, di alimentare il carico in modo indipendente dall'UPS.

Per quanto concerne la protezione contro i contatti indiretti si possono verificare i seguenti due casi:

Arrivo unico da rete per commutatore statico - inverter

Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da un unico arrivo da rete.

La protezione contro i contatti indiretti dei circuiti a valle dell'UPS deve essere garantita da interruttore differenziale installato immediatamente a monte dello stesso. Tale interruttore differenziale deve essere di tipo A o meglio di tipo B (sensibile anche a correnti di guasto unidirezionali) e deve avere corrente differenziale di intervento compatibile con la corrente di dispersione dei filtri in ingresso all'UPS.

Arrivi indipendenti da rete per commutatore statico - inverter

Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da due arrivi da rete indipendenti.

La protezione contro i contatti indiretti dei circuiti a valle dell'UPS deve essere garantita da interruttori differenziali installati immediatamente a monte dello stesso. Tali interruttori differenziali devono essere di tipo A o meglio di tipo B (sensibile anche a correnti di guasto unidirezionali) e devono avere corrente differenziale di intervento compatibile con la corrente di dispersione dei filtri in ingresso all'UPS.

Il gruppo statico dovrà consentire l'alimentazione per tutti quei "carichi critici" che necessitano un'autonomia della rete in caso di interruzione della stessa. Dovrà inoltre garantire:

- Isolamento galvanico tra utenze e rete
- Continuità assoluta di alimentazione, anche al mancare della rete
- Completa eliminazione delle perturbazioni di rete quali microinterruzioni e fluttuazioni di tensione e frequenza
- Elevata qualità della forma d'onda della corrente erogata

Sarà costituito dalle seguenti sezioni:

La sezione raddrizzatore dovrà provvedere alla trasformazione della tensione di rete in tensione continua stabilizzata necessaria all'alimentazione dell'inverter stesso, nonché alla carica e al mantenimento in carica della batteria collegata in tampone. La sezione inverter trasformerà la tensione continua fornita dalla "sezione raddrizzatore" (o dalla batteria) in una tensione alternata sinusoidale stabilizzata in ampiezza e frequenza. La sezione commutazione automatica avrà il compito di commutare istantaneamente e senza interruzione l'alimentazione del carico dell'inverter nel caso di avaria che precluda la continuità di servizio o in caso di sovraccarichi, per cause esterne, oltre i limiti cui l'apparecchiatura è in grado di sopportare. La sezione batterie di accumulatori soddisferà alle prescrizioni esposte in altro capitolo.

#### **4.6.2 ACCUMULATORI AL PIOMBO DI TIPO ERMETICO**

Gli elementi costituenti la batteria saranno di tipo ermetico in vaso chiuso.

Dovranno essere classificati come Accumulatori senza manutenzione, essere a bassissima autoscarica, ed essere esenti da presenza di antimonio. Tale sostanza presente in concentrazione minima, grazie alla caratteristica costruttiva degli elementi, consentirà una riduzione della corrente assorbita in carica e quella che provoca l'elettrolisi dell'acqua. I contenitori saranno sempre in materiale plastico acrilanitrilico trasparente traslucido chiusi in modo ermetico da un coperchio dello stesso materiale. Ciascun elemento dovrà essere numerato in modo progressivo.

Le piastre che compongono l'elemento saranno così composte:

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

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

#### 4.6.3 ALTRI COMPONENTI

##### 4.6.3.1 Cavi di collegamento agli utilizzatori

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

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

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

I conduttori saranno posti entro tubazioni in PVC rigido di tipo filettabile ancorate alle pareti o ad altre strutture fisse del locale.

I tratti terminali delle tubazioni saranno di tipo flessibile collegate a quelle rigide mediante adatto raccordo.

#### 4.7 CENTRAL POWER SUPPLY (CPS) CON POTENZA TRA 20 E 30 KVA

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

##### 4.7.1 STANDARD DI RIFERIMENTO

L'apparecchiatura dovrà essere rispondente a:

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

Il prodotto dovrà essere certificato CE e certificato da ente esterno per la conformità alla norma EN50171

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

##### 4.7.2 CARATTERISTICHE GENERALI

L'UPS / CPS sarà composto da:

- Raddrizzatore / Convertitore CC-CC con tecnologia IGBT come dispositivi di potenza pilotati operanti in modulazione ad ampiezza di impulso (PWM), per assicurare una bassa distorsione di corrente di ingresso ed elevato fattore di potenza;
- Carica Batterie;
- Inverter trifase utilizzante IGBT come dispositivi di potenza pilotati operanti in modulazione ad ampiezza di impulso (PWM) ed un filtro di uscita e regolazione di tipo digitale per mezzo di un processore di segnale (DSP);
- By-pass automatico interno (configurabile);
- By-pass manuale interno;
- Batterie e loro armadio di contenimento, se necessario;
- Armadio di contenimento delle apparecchiature (cabinet): sarà dotato di ruote per favorire la movimentazione durante le operazioni di installazione e manutenzione. La struttura dell'involucro deve essere metallica per soddisfare sia i requisiti di robustezza meccanica e resistenza alle temperature come richiesti dalla EN 61032 ed EN 60958-1

Le caratteristiche principali del CPS sono di seguito riportate:

	<b>Taglie 20..30 kVA</b>
<b>Tipo</b>	3F+N/3F+N
<b>Tensione nominale di ingresso</b>	400V + N
<b>Tensione nominale di uscita</b>	3x380/400/415V+N (selezionabile)
<b>Potenza nominale</b>	valore indicato negli altri elaborati di progetto
<b>Autonomia in caso mancanza rete</b>	valore indicato negli altri elaborati di progetto
<b>Rendimento doppia conversione (modo normale)</b>	94.5% a carico nominale

In ingresso al raddrizzatore	
<b>Cosφ verso la rete</b>	≥0.99 (a pieno carico e a tensione nominale)
<b>Tolleranza sulla tensione di ingresso</b>	da -15 a + 20%
<b>Frequenza di esercizio</b>	50/60 Hz (selezionabile)
<b>Tolleranza sulla frequenza</b>	±10%
<b>Distorsione max armonica in ingresso (THDI)</b>	<3% (fino alla 50 <sup>a</sup> armonica)
<b>Massima corrente di spunto all'accensione</b>	< In (nessuna sovracorrente)
In uscita all'inverter	
<b>Tolleranza tensione uscita in condizioni statiche</b>	± 1%
Tolleranza tensione uscita in condizioni dinamiche conforme alla classificazione VF-SS-111 della CEI EN 62040-3 (Voltage Frequency Independent)	
<b>Frequenza</b>	50/60 Hz (selezionabile)
<b>Sovraccarico ammesso dall'inverter con rete presente</b>	120% senza limiti di tempo 160% per 1 min 180% 5 sec
<b>Distorsione max della tensione (THDV)</b>	1 % con carico lineare < 3 % con carico distorto
<b>V batterie</b>	commisurata alla potenza dell'UPS/CPS e all'autonomia richiesta
<b>Livello sonoro</b>	< 48dB

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

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

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

Dovrà inoltre garantire:

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

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

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

L'apparecchiatura dovrà essere inoltre dotata di:

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

Per quanto concerne la protezione contro sovraccarichi, corto circuiti e contatti indiretti si possono verificare i seguenti due casi: Arrivi indipendenti da rete per commutatore statico - inverter

Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da due arrivi da rete indipendenti, provenienti dalla stessa fonte d'energia.

Il quadro a monte dovrà prevedere due interruttori automatici di portata adeguata alla corrente assorbita a pieno carico nel caso in cui si opti per la suddivisione fino al quadro, ovvero di un solo interruttore nel caso in cui il circuito di ingresso al raddrizzatore ed il by-pass vengano connessi direttamente sull'apparecchiatura.

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

Tali interruttori differenziali devono avere corrente differenziale di intervento compatibile con la corrente di dispersione dei filtri in ingresso al CPS. Nel caso di ingressi separati non è tuttavia ammessa l'installazione di due interruttori differenziali. Se ciò è richiesto è necessaria l'installazione di un trasformatore di isolamento da collegare in ingresso al by-pass o al raddrizzatore.

Il dettaglio sui singoli componenti l'apparecchiatura è di seguito riportato, nella fattispecie:

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

#### **4.7.3 RADDRIZZATORE**

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

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

#### **4.7.4 INVERTER**

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

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

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

#### **4.7.5 CARICA BATTERIA**

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

#### **4.7.6 ACCUMULATORI AL PIOMBO DI TIPO ERMETICO**

La batteria di accumulatori sarà del tipo al Pb ermetico regolati a valvola a ricombinazione interna (VRLA), con vita attesa di almeno 10 anni a 25°C ambiente, salvo diversamente specificato nei documenti di progetto.

Dovranno essere classificati come Accumulatori senza manutenzione, essere a bassissima autoscarica, ed essere esenti da presenza di antimonio. Tale sostanza presente in concentrazione minima, grazie alla



caratteristica costruttiva degli elementi, consentirà una riduzione della corrente assorbita in carica e quella che provoca l'elettrolisi dell'acqua.

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

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

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

#### **4.7.7 BY-PASS / COMMUTAZIONE AUTOMATICA**

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

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

#### **4.7.8 BY-PASS MANUALE ESTERNO**

Se richiesto, l'apparecchiatura potrà essere predisposta per l'installazione di un by-pass manuale esterno, installabile a quadro. La manovra di by-pass e ritorno dovrà garantire che le operazioni di trasferimento avvengano senza interruzioni per il carico, consentendo poi lo spegnimento e l'isolamento dell'apparecchiatura per eventuali operazioni di manutenzione.

Il fornitore del CPS dovrà fornire lo schema per la realizzazione del by-pass esterno, da installare nel quadro elettrico di alimentazioni.

#### **4.7.9 BACKFEED-PROTECTION**

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

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

#### **4.7.10 ALTRI COMPONENTI**

##### **4.7.10.1 Armadi di contenimento**

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

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

##### **4.7.10.2 Pannello di controllo e comando**

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

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

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

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

#### **4.7.10.3 Cavi di collegamento agli utilizzatori**

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

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

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

#### **4.7.10.4 Connessioni fra gli elementi delle batterie al piombo**

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

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

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

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

#### **4.7.10.5 Interfacce e software di comunicazione**

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

- interfaccia I/O con contatti puliti di ingresso ed uscita che permetta di trattare e di segnalare le informazioni (stati ed allarmi). Gli ingressi dovranno permettere quanto meno di gestire le seguenti informazioni esterne:
- arresto di emergenza tramite comando esterno
- guasto di isolamento circuito batteria (informazione fornita da un eventuale controllore permanente di isolamento montato all'esterno)
- alimentazione da sistema di riserva

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

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

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

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

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

- interfaccia utente Web
- sinottico animato dell'apparecchiatura
- visualizzazione sintetica dei diversi parametri dell'apparecchiatura (misure d'ingresso, batteria, utenza...)



- storico degli eventi e registrazione delle misure
- notifica degli allarmi tramite posta elettronica (e-mail)
- telediagnosi con invio delle informazioni tramite e-mail

## **4.8 QUADRI E APPARECCHIATURE DI BASSA TENSIONE**

### **4.8.1 GENERALITA'**

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

Si dovrà verificare che la corrente di breve durata ( $I_{cw}$ ), intesa come corrente che il quadro può sopportare per 1 s (se si considera l'intervento di un dispositivo di protezione installato sul quadro o a monte del quadro, la tenuta al cortocircuito è individuata dalla corrente di cortocircuito condizionata  $I_{cc}$ ).

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

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

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

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

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

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

#### **4.8.1.1 Scaricatori da installare nei quadri di distribuzione**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4.8.1.2 Sbarre**

Le sbarre (ove presenti) saranno ovunque in rame elettrolitico nudo a spigoli arrotondati, contrassegnate in conformità alla normalizzazione CEI-UNEL; solo se richiesto da particolari condizioni ambientali nei locali di installazione dovrà essere prevista la possibilità di stagnare, argentare o inguainare le stesse (se con portata maggiore di 250A), al fine di prevenire fenomeni di ossidazione. I supporti di sostegno ed ancoraggio saranno in resina poliestere rinforzata; avranno dimensioni e interdistanze tali da sopportare la massima corrente di corto circuito prevista.

#### **4.8.1.3 Cablaggio**

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato con cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni della norma CEI 20-21, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale  $I_n$  dell'organo di protezione, e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a  $4 \text{ A/mm}^2$ .

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

#### **4.8.1.4 Morsettiere**

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

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

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

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

#### **4.8.1.5 Collegamenti equipotenziali**

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

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

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

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

#### **4.8.1.6 Riserva di potenza e di spazio**

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

#### **4.8.1.7 Marcature**

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

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

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

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

#### **4.8.1.8 Designazione dei cavi**

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

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

- cavo FG17 450/750 V 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez. 1,5 mm<sup>2</sup>, tipo FG17
- cavo FG16R16 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez. 10 mm<sup>2</sup>, tipo FG16R16
- cavo FTG100M1 0,6/1 kV CEI 20-45 3x25: cavo multipolare a tre conduttori di sez. 25 mm<sup>2</sup>, tipo FTG100M1 CEI 20-45

#### **4.8.1.9 Prove e verifiche**

Per i quadri BT devono essere previste le seguenti verifiche:

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

#### **4.8.2 QUADRI CON INVOLUCRO METALLICO E PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 4.9 RIFASAMENTO

### 4.9.1 GENERALITÀ

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

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

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

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

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

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

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

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

### 4.9.2 REGOLATORE DI POTENZA REATTIVA

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

- Trasformatori di misura, collegamenti circuito amperometrico e voltmetrico
- Led presenza tensione
- Led induttivo/capacitivo
- Led segnalazione batterie inserite
- Selettore man/aut.
- Selettore per l'inserzione manuale delle batterie di condensatori
- Potenziometro per la regolazione del  $\cos\phi$  da 0,8 induttivo a 0,9 capacitivo
- Potenziometro per la regolazione del C/K

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

### 4.9.3 APPARECCHIATURE DI PROTEZIONE E COMANDO

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

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

Le apparecchiature in oggetto sono le seguenti:

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

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

## 4.10 CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI

### 4.10.1 CAVI E CONDUTTORI PER BASSA TENSIONE

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

A livello nazionale, dette specifiche sono recepite dalla tabella CEI UNEL 35016 "Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE Prodotti da Costruzione 305/2011" e, ad oggi, applicabili limitatamente ai cavi di bassa tensione; al momento della stesura del presente documento, inoltre, *"rimangono esclusi dalla classificazione i cavi resistenti al fuoco, in quanto le norme europee per questa gamma di prodotti sono ancora in fase di elaborazione"*.

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

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

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

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

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

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti.

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

- 1,5 mm<sup>2</sup> per circuiti luce
- 2,5 mm<sup>2</sup> per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

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

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

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

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

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mm<sup>2</sup> e isolamento idoneo alle condizioni di posa.

Per alcune applicazioni speciali (ad esempio circuiti di sicurezza) si prescrive l'utilizzo di cavo con guaina del tipo resistente al fuoco (ad es. tipo FTG10(O)M1 0,6/1kV CEI 20-45).

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

Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di posa (al più può essere autorizzata, ove motivatamente richiesta, l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione di impianti di illuminazione, peraltro sempre auspicata). Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%. I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da idonea protezione meccanica (ad es. tubazione di caratteristiche adeguate). Le tubazioni interrate devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni, dotati di robusti chiusini, specie per le aree carrabili. Sulle passerelle possono essere posati solamente cavi con guaina. Le condutture relative a impianti speciali di comunicazione e di sicurezza (quali impianti telefonici, TV, circuiti SELV o PELV, rivelazione incendi, antintrusione, ecc.) vanno tenute tra loro distinte. Le condutture non devono essere posate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi o vapori. Ogni conduttura, nell'attraversare pareti o solai di compartimentazione al fuoco non deve modificarne le caratteristiche in termini di resistenza REI.

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

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

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

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

#### **4.10.1.1 Cavi senza guaina, isolati in PVC, per livello di rischio "basso"**

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

La tipologia di cavo ammessa per questo livello di rischio è codificata come FS17 450/750 V (euroclasse C<sub>ca</sub> - s3, d1, a3).



#### 4.10.1.2 Cavi senza guaina, con isolamento LS0H, per livello di rischio “medio”

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

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

#### 4.10.1.3 Cavi con guaina in PVC, isolati in gomma, per livello di rischio “basso”

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

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

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

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

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

#### 4.10.1.4 Cavi con guaina LS0H, isolati in gomma, per livello di rischio “medio”

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

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

#### 4.10.1.5 Cavi con guaina LS0H, isolati in gomma, per livello di rischio “alto”

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

Le tipologie di cavo ammesse per questo livello di rischio sono codificate come FG18(O)M16 0.6/1 kV ed FG18(O)M18 0.6/1 kV (euroclasse B2<sub>ca</sub> - s1a, d1, a1).

#### 4.10.1.6 Cavi con guaina LS0H, isolati in gomma, resistenti al fuoco

Le caratteristiche generali, e la distinzione delle diverse anime, sono sostanzialmente simili a quelle descritte nel precedente punto.

Come già detto, a livello nazionale le specifiche del citato regolamento CPR UE305/11 sono recepite dalla tabella CEI UNEL 35016 e, ad oggi, applicabili limitatamente ai cavi di bassa tensione ma non codificata per la specifica caratteristica di resistenza al fuoco, richiesta per taluni conduttori.

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

Allo stato attuale si riportano dunque, quale riferimento, le caratteristiche salienti dell'attuale cavo “non CPR”, desumibili anche dalla sua sigla secondo codifica UNEL:

- F = conduttore a corda flessibile rotonda

- T = cavo resistente al fuoco grazie a uno o più nastri di vetro micato o treccia di vetro chiusa
- G10 = isolante in elastomero reticolato atossico
- (O) = (anime riunite a formare un cavo di forma rotonda)
- (H2) = (schermo a treccia o calza di rame)
- M1 = guaina esterna in materiale termoplastico atossico LS0H qualità M1
- 0.6/1 kV = tensione di esercizio a frequenza industriale,  $U_o/U$ , espressa in kV

#### 4.10.1.7 Prescrizioni di posa dei cavi

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

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

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

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

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

I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali pieni (non forati) utilizzando apposite barre trasversali. Le curvature dovranno essere effettuate con raggio non inferiore a quello indicato dai costruttori.

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

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

Tabella posa cavi con disposizione a trifoglio

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

Cavi posati in orizzontale o in verticale

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

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

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

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

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

#### 4.10.1.8 Identificazione cavi e connessioni terminali

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



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

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

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

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

#### **4.10.2 SISTEMI DI POSA DEI CAVI**

Sono ammesse le seguenti tipologie di posa:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4.10.3 ATTRAVERSAMENTO SUPERFICI DI COMPARTIMENTAZIONE**

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

##### **4.10.3.1 Prodotti per barriera tagliafuoco**

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

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

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

#### **4.10.3.2 Setti tagliafuoco di tipo componibile**

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

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

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

#### **4.10.4 CAVI SPECIALI**

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

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

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

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

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

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

di Prevenzione Incendi, di cui al DM 03/08/2015 e ss.mm.ii., richiedono cavi del gruppo "GM2" e "GM1", tali da garantire un livello di prestazione III o IV).

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

- laddove siano utilizzabili cavi "ordinari" (livello di rischio "bassissimo"), saranno adottati di preferenza dei cavi che siano comunque certificati secondo euroclasse "Eca"; cavi privi di certificazione "CPR" saranno utilizzabili soltanto laddove i cavi certificati non fossero effettivamente disponibili per la specifica tipologia richiesta;
- per ambienti con livello di rischio "basso", saranno adottati cavi certificati secondo euroclasse "C<sub>ca</sub> - s3, d1, a3" o migliore
- per ambienti con livello di rischio "medio", saranno adottati cavi certificati secondo euroclasse "C<sub>ca</sub> - s1b, d1, a1" o migliore
- per ambienti con livello di rischio "alto", saranno adottati cavi certificati secondo euroclasse "B2<sub>ca</sub> - s1a, d1, a1" o migliore

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

#### **4.10.4.1 Cavi telefonici**

Dovranno essere armati di tipo non propaganti l'incendio, costituiti da conduttori in rame, rivestiti con guaina in materiale adeguato, anche sotto il profilo delle classi di reazione al fuoco stabilite dalla Norma EN 50575. I conduttori avranno diametro nominale minimo pari a 0,9 mm, e le anime saranno cablate a coppie o a quarte.

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

#### **4.10.4.2 Cavi per trasmissione dati**

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

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

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

#### **4.10.4.3 Cavi per rete ModBus RTU**

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

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

Caratteristiche tecniche - funzionali:

- Tensione operativa max.: 30 V (non per potenza)
- Resistenza d'isolamento  $\geq 2,0 \text{ G}\Omega\text{km}$
- Impedenza: 120  $\Omega$
- Attenuazione  $\leq 2,2 \text{ dB/100 m@1 MHz}$

- Velocità di propagazione: 67%
- Temperatura operativa: -20/+80°C
- Raggio minimo di curvatura: 10xØ esterno

Standard di riferimento:

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

#### **4.10.4.4 Cavi per rete PROFIBUS- DP**

Cavo PROFIBUS- DP in rame ad una coppia, schermato con:

- una coppia, con conduttori in rame nudo di tipo solido / cordina flessibile di dimensioni 22/1 AWG;
- isolamento in polietilene espanso con skin, con colorazione verde / rosso;
- schermatura a nastro in AL/PET + treccia in rame stagnato;
- guaina esterna di protezione con isolamento LS0H antifiama di colore viola

Caratteristiche tecniche - funzionali:

- Impedenza (3-20 MHz): 150 Ω
- Capacità(coppia dati): 30 pF/m
- Attenuazione (4 MHz)  $\leq 2,1$  dB/100m
- Attenuazione (16 MHz)  $\leq 4,0$  dB/100m
- Impedenza di trasferimento (10 MHz):  $\leq 10,0$  mΩ/m
- Temperatura di esercizio: -40/+80°C
- Raggio min. di curvatura: 8xØ esterno

Standard normativi di riferimento:

- CEI EN 60332-1 (serie) /
- EIA RS 485

### **4.11 CAVIDOTTI ED ACCESSORI**

#### **4.11.1 TUBAZIONI**

##### **4.11.1.1 Generalità**

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

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

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

Esistono altre classificazioni dei tubi che riguardano:

- tubi protettivi: elementi di canalizzazione chiusi di sezione circolare o no. Devono essere sufficientemente chiusi sul loro perimetro in modo che i conduttori possano essere introdotti soltanto per infilaggio e non per inserimento laterale;
- tubi lisci (rigidi):tubi di sezione circolare in cui il profilo della sezione longitudinale è piano;
- tubi corrugati (flessibili): tubi curvabili in cui il profilo della sezione è ondulato;
- tubi pesanti: destinati all'impiego in applicazioni nelle quali è richiesta una particolare resistenza meccanica. Vengono designati con la lettera P;
- tubi leggeri: destinati all'impiego in applicazioni nelle quali non è richiesta una particolare resistenza meccanica. Vengono designati con la lettera L;
- tubi filettabili: tubi lisci di sezione circolare nei quali le estremità presentano filettature per la congiunzione oppure possono essere filettate durante la messa in opera;
- tubi non filettabili: tubi lisci di sezione circolare la cui congiunzione è realizzabile in maniera diversa dalla filettatura;

- tubi isolanti: tubi realizzati in materiale isolante senza alcuna parte conduttrice, sotto forma o di rivestimento interno o di rivestimento metallico esterno;
- tubi non propaganti la fiamma: suscettibili di prendere fuoco con l'applicazione di una fiamma, ma che non propagano la fiamma stessa e si autoestinguono in breve tempo dopo che la fiamma è rimossa;
- tubi autorinvenenti: dopo aver subito una deformazione, sono in grado di ripristinare la loro forma originale in breve tempo;
- tubi composti: realizzati compositamente sia in metallo che in materiale isolante.

#### 4.11.1.2 Norme di riferimento

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

- CEI 23-54 (EN 50086-2-1): tubi rigidi;
- CEI 23-55 (EN 50086-2-2): tubi pieghevoli;
- CEI 23-56 (EN 50086-2-3): tubi flessibili;
- CEI 23-46 (EN 50086-2-4): cavidotti;
- CEI 23-26 (EN 60423): raccordi e le filettature.

#### 4.11.1.3 Classificazione del sistema

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

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

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

Descrizione	Cifra Significato		Valore
<b>1a cifra: resistenza alla compressione</b>	1	molto leggero	125 N
	2	leggero	320 N
	3	medio	750 N
	4	pesante	1.250 N
	5	molto pesante	4.000 N
<b>2a cifra: resistenza all'urto</b>	1	molto leggero	0.5 kg x 100 mm
	2	leggero	1.0 kg x 100 mm
	3	medio	2.0 kg x 100 mm
	4	pesante	2.0 kg x 300 mm
	5	molto pesante	6.8 kg x 300 mm
<b>3a cifra: temperatura minima di applicazione permanente e di installazione</b>	1	-	+5 C°
	2	-	-5 C°
	3	-	-15 C°
	4	-	-25 C°
	5	-	-45 C°
<b>4a cifra: temperatura massima di applicazione permanente e di installazione</b>	1	-	+60 C°
	2	-	+90 C°
	3	-	+105 C°
	4	-	+120 C°
	5	-	+150 C°
	6	-	+250 C°
	7	-	+400 C°

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

**Descrizione****Cifra Significato****Valore****4.11.1.4 Caratteristiche dei tubi protettivi**

I tubi devono essere marcati con:

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

Inoltre, i tubi devono avere le seguenti caratteristiche generali:

- superfici interne ed esterne lisce che non danneggiano i cavi durante la loro introduzione ed estrazione;
- resistenza allo schiacciamento;
- resistenza all'urto;
- continuità elettrica per i tubi in metallo;
- proprietà isolanti;
- protezione contro penetrazione di corpi solidi o liquidi esterni, presenza di sostanze corrosive e inquinanti o esposizione alle radiazioni solari.

**4.11.1.5 Colore**

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

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

**4.11.1.6 Tubazioni non metalliche****Tubazioni isolanti di tipo pieghevole**

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

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

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

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

NB: la tabella si riferisce all'utilizzo di cavi "non CPR" (cioè non conformi al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR UE305/11); ciò nonostante, essa può essere utilizzata come primo riferimento indicativo anche per i cavi "CPR", secondo le indicazioni di "corrispondenza" riportate nei pertinenti paragrafi del presente documento. In ogni caso, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla normativa vigente in tema di riempimento delle canalizzazioni (vedi norma CEI 64-8 parte 5).



Cavi			Sezione (mm <sup>2</sup> )						
U <sub>0</sub> /U*	Tipo		n°	1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) N07V-K N07G9-K		1	20	20	20	20	20	
			2	20	20	20	25	32	
			3	20	20	25	32	32	
			4	20	20	25	32	32	
			5	20	25	25	32	40	
			6	20	25	32	32	40	
			7	20	25	32	32	40	
			8	25	32	32	40	50	
			9	25	32	32	50	50	
	Cavo multipolare PVC FROR		Bipolare	1	20	25	25	32	40
				2	32	40	50	50	63
				3	40	50	50	63	-
			Tripolare	1	20	25	25	32	40
				2	40	40	50	63	63
				3	40	50	50	63	-
			Quadripolare	1	25	25	32	32	50
				2	40	50	50	63	-
				3	50	50	63	-	-
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		1	25	25	25	25	32	
			2	40	40	50	50	50	
			3	50	50	50	63	63	
			4	50	50	63	63	-	
			5	63	63	63	63	-	
			6	63	63	63	-	-	
			7	63	63	63	-	-	
			8	-	-	-	-	-	
			9	-	-	-	-	-	
	Cavo multipolare PVC o gomma FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		Bipolare	1	25	32	32	32	40
				2	50	50	63	63	-
				3	63	63	63	-	-
			Tripolare	1	25	32	32	32	40
				2	50	50	63	63	-
				3	63	63	63	-	-
			Quadripolare	1	32	32	32	40	40
				2	50	63	63	-	-
				3	63	63	-	-	-

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

### Tubazioni isolanti di tipo rigido

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa in vista (a parete, a soffitto, in controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato). Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove si prevedono forti sollecitazioni meccaniche. Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a banchiere, conformi alle norme di prodotto, ovvero eseguendo i manicotti e le curve a caldo, direttamente sul posto di posa; nel caso in cui sia adottato questo metodo, le giunzioni dovranno essere eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1-2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore rispetto a quelli contemplati dalle norme CEI di prodotto, potranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a banchiere con spessore non inferiore a 3 mm, per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove di resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e di isolamento, oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10. Per la posa interrata dovranno essere impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN16.

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



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

**NB:** la tabella si riferisce all'utilizzo di cavi "non CPR" (cioè non conformi al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR UE305/11); ciò nonostante, essa può essere utilizzata come primo riferimento indicativo anche per i cavi "CPR", secondo le indicazioni di "corrispondenza" riportate nei pertinenti paragrafi del presente documento. In ogni caso, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla normativa vigente in tema di riempimento delle canalizzazioni (vedi norma CEI 64-8 parte 5).

Cavi			Sezione (mm <sup>2</sup> )							
U <sub>0</sub> /U*	Tipo		n°	1,5	2,5	4	6	10		
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) N07V-K N07G9-K		1	20	20	20	20	20		
			2	20	20	20	20	25		
			3	20	20	20	25	32		
			4	20	20	20	25	32		
			5	20	20	20	32	32		
			6	20	20	25	32	40		
			7	20	20	25	32	40		
			8	25	25	32	40	50		
			9	25	25	32	40	50		
	Cavo multipolare PVC FROR		Bipolare		1	16	20	20	25	32
					2	32	40	40	50	-
					3	40	40	50	50	-
			Tripolare		1	16	20	20	25	40
					2	32	40	40	50	-
					3	40	50	50	-	-
Quadripolare		1	20	20	25	32	40			
		2	40	40	50	50	-			
		3	40	50	50	-	-			
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		1	20	20	20	25	50		
			2	40	40	40	40	50		
			3	40	50	50	50	-		
			4	50	50	50	50	-		
			5	50	50	-	-	-		
			6	-	-	-	-	-		
			7	-	-	-	-	-		
			8	-	-	-	-	-		
			9	-	-	-	-	-		
	Cavo multipolare PVC o gomma FG7(O)M1 - FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		Bipolare		1	25	25	25	32	32
					2	40	50	50	-	-
					3	50	50	-	-	-
			Tripolare		1	25	25	25	32	32
					2	50	50	50	-	-
					3	50	-	-	-	-
			Quadripolare		1	25	25	32	32	40
					2	50	50	-	-	-
					3	-	-	-	-	-

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

#### Tubazioni isolanti di tipo flessibile (guaine)

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

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

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

#### **4.11.1.7 Tubazioni metalliche di tipo rigido**

##### **Tubazioni in acciaio zincato leggero**

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

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

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

##### **Tubazioni in acciaio zincato pesante**

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

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

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

##### **Tubazioni in acciaio inox**

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

#### **4.11.1.8 Tubazioni metalliche di tipo flessibile**

##### **Tubazioni flessibili in acciaio zincato, rivestite in PVC**

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

##### **4.11.1.9 Tubazioni per posa all'interno**

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

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

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

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

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

La posa dovrà essere eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari; le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali e comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti; saranno tollerati, ove necessario, percorsi obliqui per le sole tubazioni pieghevoli incassate nel massetto dei pavimenti.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4.11.1.10 Tubazioni per posa all'esterno**

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

- Dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto
- Essere di materiale termoplastico (polietilene) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento (> 450 N), in relazione al tipo di posa previsto
- Avere giunti di tipo a bicchiere, sigillati con apposito collante, ovvero di tipo filettato, per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo
- Essere posate ad almeno 0,5 m di profondità (salvo diversa indicazione progettuale), avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 5-10 cm di spessore; in ogni caso, la metodologia di posa deve essere coerente con il tipo di tubazione utilizzata, oltre che con le prescrizioni di enti pubblici eventualmente proprietari dei luoghi e di enti fornitori di sottoservizi, in tema di parallelismi ed incroci con gli stessi
- Sopra il cavidotto sarà posato nastro avvisatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di progetto o DL
- Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli indicativi di 30-40 m nei tratti rettilinei, attestarsi a pozzetti di ispezione completi di contrassegno di identificazione (scritta con vernice resistente o targhette fissate tramite tasselli ad espansione)
- Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fori adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua al loro interno

- I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua all'interno della tubazione
- Il tratto entrante nel fabbricato deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua nello stesso
- Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse e sigillate con tappo o passacavo stagno
- Prima della chiusura degli scavi dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni
- I tubi vuoti saranno corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza

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

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

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

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

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

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti dovrà essere almeno pari a 1,4.

#### **4.11.2 CANALI E PASSERELLE**

##### **4.11.2.1 Generalità**

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

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

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

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

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

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

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

- Rosso: rete MT
- Azzurro: rete bt (normale e privilegiata)
- Giallo: impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, citofonico, diffusione sonora,...)
- Arancio: impianti speciali di sicurezza (rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi,...)
- Nero: impianti speciali in genere

- Verde: impianti di sicurezza (esempio: illuminazione di sicurezza)
  - Bianco: alimentazione da gruppo elettrogeno (fino al dispositivo, o quadro, di commutazione rete-gruppo)
- Di tale codifica si dovranno fornire tabelle esplicative da collocare in maniera visibile all'interno dei locali tecnici dedicati ai quadri elettrici e/o nelle tasche porta schemi previste all'interno dei quadri stessi. Tutte le variazioni dei percorsi (relativi a tubazioni e a canalizzazioni) rispetto a quelli di progetto dovranno essere preventivamente approvate dalla DL, ed essere riportate sui disegni da consegnare al Committente al termine dei lavori stessi.
- Canali, passerelle e tubi protettivi, se metallici, sono generalmente da considerare masse e vanno pertanto collegati a terra; non sono da considerare masse, e non è pertanto necessario il loro collegamento a terra, qualora contengano soltanto cavi in classe II di isolamento: in tal caso il collegamento a terra non è comunque vietato.

#### **4.11.2.2 Canali e passerelle metalliche**

##### **Prescrizioni comuni**

Per la sospensione dei canali saranno impiegate mensole che potranno essere ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete, con classe di resistenza al fuoco REI 120 qualora richiesto dagli elaborati di progetto, in modo da avere sempre un lato libero per l'inserimento dei cavi. I sostegni saranno di tipo prefabbricato, di materiale e finitura conforme al canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale. La viteria e bulloneria sarà in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. La distanza tra due sostegni dovrà essere generalmente non superiore a 1.5 m e comunque tale che la freccia massima d'inflessione misurata non risulti superiore a D/100 dove per D si intende il passo tra i sostegni, secondo quanto indicato dalla Norma EN 61537. Le staffe e le mensole dovranno essere dimensionate nell'ipotesi che i canali contengano la loro massima quantità di cavi e che sia applicato in mezzzeria un carico accidentale concentrato pari ad almeno 80 kg; a tale scopo l'Appaltatore è tenuto a presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza, in funzione delle specifiche tipologie commerciali individuate in sede di approvazione materiali. In ogni caso lo spessore minimo dei supporti dovrà essere pari almeno a 2.5 mm.

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

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa, oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne. Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc.. In ogni caso, gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifiло. Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni con testa tonda e larga, posta all'interno del canale e muniti di rondella.

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

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

##### **Prescrizioni comuni gallerie stradali**

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

La distanza tra due sostegni dovrà essere valutata in relazione ai carichi applicati e comunque tale che la freccia massima d'inflessione misurata non risulti superiore a  $D/100$  dove per  $D$  si intende il passo tra i sostegni, secondo quanto indicato dalla Norma EN 61537.

Le staffe e le mensole dovranno essere valutate in relazione ai seguenti carichi:

- Peso dei cavi: è necessario fare riferimento ai dati del costruttore, in relazione al numero e alla tipologia di cavi installati. In alternativa è possibile effettuare un calcolo approssimato applicando la seguente formula empirica:

$$p = 0.25 \cdot At \cdot Kr$$

dove:

$p$  = Carico espresso in kg/m

$At$  = Sezione utile del canale espresso in  $\text{cm}^2$

$Kr$  = Coefficiente di riempimento della sezione

- Peso del sistema portacavi: comprensivo anche dell'eventuale coperchio e accessori
- Carichi concentrati: è necessario tenere conto di eventuali carichi statici quali ad esempio proiettori, scatole di derivazione, ecc....

Un carico concentrato può essere trasformato in un carico distribuito con la seguente formula:

$$p = 2 \cdot \frac{Q}{D}$$

dove:

$p$  = Carico espresso in kg/m

$Q$  = Carico concentrato espresso in kg

$D$  = Interdistanza appoggi espressa in m

- Carichi atmosferici: nel caso di installazioni all'aperto è necessario tenere conto di eventuali quali ad esempio ghiaccio, neve, ecc... Essi influiscono anche sui coperchi, i quali vanno accuratamente scelti per tipologia e spessore.

Non saranno presi in considerazione eventuali carichi dinamici o fenomeni transitori/oscillatori.

Il carico complessivo, tenuto conto delle componenti sopra riportate, dovrà essere confrontato con le tabelle e i grafici dei costruttori.

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla DL, prima della loro installazione, le verifiche di calcolo atte a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza, in funzione delle specifiche tipologie commerciali individuate in sede di approvazione materiali. In ogni caso lo spessore minimo dei supporti dovrà essere pari almeno a 2.5 mm.

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

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa, oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunti interne. Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc.. In ogni caso, gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo. Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni con testa tonda e larga, posta all'interno del canale e muniti di rondella.

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

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

NB: Sono in ogni caso comprese negli oneri dell'appaltatore ulteriori tipologie di staffe sostegno canalette, inghisaggi in volta e sistemi di controventatura

### **Canalizzazioni in acciaio zincato e/o verniciato**

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

Nei cavedi verticali e nei contropavimenti dei locali tecnici si possono utilizzare passerelle del tipo a traversini (scale portacavi). Ove sia necessario realizzare percorsi particolarmente complessi, e comunque ove



prescritto a progetto, si potranno utilizzare passerelle del tipo a rete (griglie portacavi) che consentono l'utilizzo di un numero molto modesto di pezzi speciali ed accessori.

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

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

### **Canalizzazioni in acciaio inox**

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

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

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

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

### **Canali isolanti**

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

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

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

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

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

## **4.12 CONTENITORI ED ACCESSORI**

### **4.12.1 GENERALITA'**

I cavi e le giunzioni posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno delle stesse. Le connessioni (giunzioni e derivazioni) vanno eseguite con appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte (inaccessibilità al dito di prova e quindi grado di protezione almeno IPXXB). Le giunzioni effettuate tramite attorcigliamento e nastratura non sono

ammesse. Non devono essere effettuate giunzioni e derivazioni entro tubi. Possono invece essere effettuate giunzioni nei canali, solo nel caso di collegamenti aventi lunghezza maggiore della pezzatura di fabbrica, purché le parti attive siano inaccessibili al dito di prova e purché i cavi uniti abbiano lo stesso colore. Non devono inoltre essere realizzate giunzioni entro le scatole porta-apparecchi. E' ammesso l'entra esci sui morsetti di prese purché esistano doppi morsetti o morsetti dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare senza ridurne la sezione. Le cassette di giunzione installate all'esterno devono avere grado di protezione almeno IP44 e devono essere poste ad almeno 200 mm dal suolo. Per evitare pericolosi fenomeni di condensa, le tubazioni interrate devono essere sigillate prima di essere allacciate a quadri o cassette.

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

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

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

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

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

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

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

Le sigle da utilizzare sono le seguenti:

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

#### **4.12.2 CASSETTE DI DERIVAZIONE ISOLANTI, DA INCASSO O DA SEMINCASSO**

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

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

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

#### **4.12.3 CASSETTE DI DERIVAZIONE ISOLANTI, IN VISTA**

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

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti. Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà pertanto essere superiore a quanto previsto dal costruttore. In tali cassette il taglio degli eventuali passacavi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia ridotto il grado di protezione prescritto. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

##### **4.12.3.1 Cassetta di derivazione in materiale termoplastico per cavi unipolari**

Cassetta di derivazione in tecnopolimero rinforzato adatta all'installazione alla volta o su passerella di gallerie stradali.

Caratteristiche costruttive:

- contenitore in tecnopolimero rinforzato, autoestinguente e halogen free
- connessione a perforazione di isolante senza interruzione della linea passante
- serraggio tramite unico bullone con rottura calibrata per chiusura senza chiave dinamometrica
- morsettiere di collegamento in ottone su base ceramica per cavi aventi sezione da 4mm<sup>2</sup> a 16mm<sup>2</sup>
- base portafusibile in ceramica e fusibile precablati
- fusibile di protezione da 4A
- guarnizione di tenuta
- derivazione con presa 16A 2P+T
- elementi di fissaggio in acciaio inox 304/316L per installazione a volta o a canale, a seconda di quanto indicato negli elaborati progettuali, e idonei a garantire la resistenza al fuoco

Caratteristiche funzionali:

- grado di protezione IP 66
- resistenza agli urti IK08

##### **4.12.3.2 Cassetta in materiale termoplastico per cavi multipolari**

Cassetta in materiale termoplastico adatta all'installazione alla volta o su passerella di gallerie stradali e ferroviarie.

Caratteristiche costruttive:

- Contenitore in resina termodurente esente da alogeni (V0), bassa emissione di fumi e gas tossici
- Piastra di fondo
- Coperchio
- Pressacavi laterali
- Morsettiera per cavo multipolare
- Base portafusibile e fusibile accessibile dall'esterno
- Presa 2P+T 16A – 230V 50/60 Hz (IEC309)

- Elementi di fissaggio in acciaio inox 316L per installazione a volta o a canale, a seconda di quanto indicato negli elaborati progettuali

Caratteristiche funzionali:

- Grado di protezione IP 67
- Resistenza agli urti IK10

#### **4.12.4 CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE**

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

Le superfici interne saranno trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione. Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con sistema a 1/4 di giro o cerniere o equivalente. Le viti dovranno essere rese imperdibili ed essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non sono ammesse viti di tipo autofilettante. Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti. Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quanto previsto dal costruttore. Dovranno essere fornite dal costruttore con i fori adeguati all'installazione, complete di morsetto di messa a terra adeguato al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 4 mm<sup>2</sup>.

##### **4.12.4.1 Cassetta resistente al fuoco in alluminio per posa in galleria**

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

Caratteristiche principali:

- carcassa in lega di alluminio EN1706AC -46100DF con trattamento anticorrosione e verniciatura interna ed esterna con vernice atossica e antifumo
- coperchio solidale alla cassetta per mezzo di cerniere
- connessione a perforazione di isolante senza interruzione della linea passante costituita da morsetto a perforazione in ottone su base ceramica
- idonea per derivazione da dorsale realizzata con cavo unipolare
- morsettiere di collegamento in ottone su base ceramica per cavi aventi sezione da 4mm<sup>2</sup> a 35mm<sup>2</sup>
- base portafusibile in ceramica e fusibile precablati
- guarnizione di tenuta
- serraggio tramite unico bullone con rottura calibrata per chiusura senza chiave dinamometrica
- messa a terra tramite morsetti dedicati (n.1 interno e n.1 esterno)
- fusibile di protezione da 4A
- grado di protezione IP 66
- resistenza agli urti IK10
- resistenza al fuoco 850°C - 90 minuti secondo CEI EN 50362
- derivazione con presa 16A 2P+T
- elementi di fissaggio in acciaio inox 304/316L per installazione a volta o a canale, a seconda di quanto indicato negli elaborati progettuali, e idonei a garantire la resistenza al fuoco
- conforme alle norme tecniche applicabili: CEI EN 50362, CEI EN 50298, Circolare Anas

Completa di certificati di prova.

#### **4.12.5 GIUNTI DIRITTI ED DI DERIVAZIONE BT**

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

##### **4.12.5.1 Giunti diritti o di derivazione ad isolamento in gel**

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

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

Le caratteristiche principali dovranno essere:

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

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

#### 4.12.5.2 Giunti diritti o di derivazione in resina epossidica

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

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

Le caratteristiche principali dovranno essere:

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

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

#### 4.12.5.3 Giunti diritti o di derivazione con guaina termorestringente

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

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

Le caratteristiche principali dovranno essere:

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

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

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

#### 4.12.5.4 Fusibili di protezione delle derivazioni da dorsale

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

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

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

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

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

dove:

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

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

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

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

$$I_r \geq K_d \cdot I_n$$

dove:

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

Inoltre deve essere verificata la seguente:

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

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

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

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

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

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



## 4.13 IMPIANTI TERMINALI

### 4.13.1 GENERALITÀ

Si riportano innanzitutto le seguenti note di carattere generale.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.13.2 PUNTI LUCE

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

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

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

##### 4.13.2.1 Punto luce equivalente ad incasso

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

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

##### 4.13.2.2 Punto luce equivalente in vista

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

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)

- Conduffura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, saranno utilizzati guaina spiralata in PVC, ovvero tubo rigido in acciaio zincato, di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduffura terminale risultino comuni a più punti luce, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduffura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove richiesto, la conduffura terminale potrà essere costituita da cavo con guaina posato in vista e privo di protezione meccanica aggiuntiva
- Cassetta terminale del punto luce (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a soffitto o parete, completa di pressatubo e passacavo); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui l'apparecchio non sia idoneo all'ingresso di una tubazione, ma necessiti di uno spezzone di cavo per il raccordo tra cassetta terminale e apparecchio (lo spezzone è compreso nel punto luce). In ogni caso la cassetta terminale sarà installata qualora sia prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo

#### 4.13.3 PUNTI COMANDO

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

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

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

##### 4.13.3.1 Punto comando equivalente ad incasso

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

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

##### 4.13.3.2 Punto comando equivalente in vista

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

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

#### 4.13.4 PUNTI REGOLAZIONE

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

Per la definizione e la formazione tipica di questi punti si rimanda a quanto già descritto in precedenza per i "punti comando"; le variazioni riguardano soltanto gli specifici apparecchi da prevedere onde assolvere le funzioni di regolazione richieste. Tali apparecchi saranno tipicamente previsti e descritti nella sezione di progetto dedicata agli impianti meccanici.

#### 4.13.5 PUNTI ALIMENTAZIONE DIRETTA

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

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

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

##### 4.13.5.1 Punto alimentazione diretta equivalente ad incasso

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

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

- Conduttura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo); si precisa che, salvo espressa deroga da parte della DL, non è ammesso l'"entra-esce" delle condutture in prossimità dei punti alimentazione e perciò ciascun punto alimentazione dovrà essere derivato dalla cassetta secondaria con propria conduttura dedicata; ciascuna conduttura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m
- Cassetta terminale del punto alimentazione (trattasi generalmente di cassetta portafrutto ad incasso installata a parete, completa di telaio portafrutto, tasto cieco con passacavo, tasti ciechi di completamento e placca di finitura); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui è prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo (ad es. allacciamento di asciugamani elettrico).

#### **4.13.5.2 Punto alimentazione diretta equivalente in vista**

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

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

#### **4.13.6 PUNTI UTILIZZATORI**

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

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

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

##### **4.13.6.1 Punto utilizzatore equivalente, serie civile ad incasso**

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

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)



- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta ad incasso installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE); si precisa che non è generalmente ammesso l'"entra-esce" delle condutture in prossimità dei punti utilizzatori e perciò ciascun punto utilizzatore dovrà essere derivato dalla cassetta secondaria con propria conduittura dedicata; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa tuttavia che, ove i singoli utilizzatori siano predisposti per un collegamento in "entra-esce", lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale del punto utilizzatore (trattasi generalmente di cassetta portafrutto ad incasso installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti utilizzatore compatibili
- Apparecchio utilizzatore costituito da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- Quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti utilizzatore compatibili

#### **4.13.6.2 Punto utilizzatore equivalente, serie civile in vista**

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

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

#### **4.13.6.3 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale ad incasso**

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



- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Conduffura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo pieghevole in PVC, posato sottotraccia, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE); si precisa che non è generalmente ammesso l'"entra-esce" delle condutture in prossimità dei punti utilizzatori e perciò ciascun punto utilizzatore dovrà essere derivato dalla cassetta con propria conduffura dedicata; ciascuna conduffura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un "quadretto prese" (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale di ripartizione, ovvero della base modulare, necessarie alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di cassette modulari ad incasso installate a parete, che potranno essere condivise con altri punti utilizzatore compatibili)
- Apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

#### **4.13.6.4 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in vista**

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

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

#### **4.13.6.5 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in acciaio inox in vista**

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

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

#### **4.13.6.6 Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in alluminio in vista**

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

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

#### **4.13.6.7 Pulsante di sgancio ad accesso protetto, ad incasso**

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

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

#### **4.13.6.8 Pulsante di sgancio ad accesso protetto, in vista**

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

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito installata lungo la dorsale, ove necessaria (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione, e presente nel caso in cui sia prevista la duplicazione dello sgancio mediante altri pulsanti in parallelo)
- Canalizzazioni in partenza dal punto pulsante fino alla canalizzazione di dorsale e da quest'ultima fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (lato pulsante, trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm per contenere cavo con guaina di formazione adeguata, idoneo anche all'alimentazione di eventuali spie di segnalazione; lato bobina, la tipologia di canalizzazione è funzione della posizione del quadro dove si trova la bobina da comandare)
- Qualora compreso nel punto (ovvero conteggiato a parte) cavo in partenza dal punto pulsante fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (la tipologia e le caratteristiche del cavo sono funzione del tipo di sgancio da operare e dei luoghi che la linea di sgancio deve attraversare; in mancanza di indicazioni specifiche, si utilizzerà un cavo multipolare con guaina, del tipo resistente al fuoco)

- Cassetta terminale per l'alloggiamento del pulsante di sgancio (trattasi generalmente dell'involucro di base del pulsante stesso, installato in vista a parete)
- Pulsante di sgancio della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci, e individuabile in modo inequivocabile rispetto agli altri apparecchi di comando; il pulsante dovrà essere tale che non sia possibile avviare la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e, viceversa, che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l'ausilio di un attrezzo o di una chiave.

## 4.14 ALIMENTAZIONE IMPIANTI SPECIFICI

### 4.14.1 ALIMENTAZIONE IMPIANTI MECCANICI

Omissis

### 4.14.2 ALIMENTAZIONE IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Omissis

### 4.14.3 ALIMENTAZIONE MOTORI ELETTRICI

Omissis

## 4.15 IMPIANTO DI TERRA

### 4.15.1 GENERALITÀ

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

Dimensioni minime del dispersore in BT:

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

\* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100 mm<sup>2</sup>

Dimensioni minime del dispersore in AT:

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

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

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

(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm<sup>2</sup>.

(d) Per fili singoli.

*Allegato C Norma CEI 99-3 Dimensioni minime dei dispersori*

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

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

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

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

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

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

- 16 mm<sup>2</sup> se in rame
- 35 mm<sup>2</sup> se in alluminio
- 50 mm<sup>2</sup> se in acciaio

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

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

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

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

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

Al collettore di terra, oltre al conduttore di terra dovranno essere collegati i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali principali ed i centro stella dei trasformatori e di eventuali gruppi elettrogeni. I conduttori equipotenziali principali devono collegare al collettore di terra le masse estranee entranti nel fabbricato e devono essere realizzati con conduttore avente sezione pari ad almeno la metà di quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> ed un massimo di 25 mm<sup>2</sup>.

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

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura del conduttore di fase, deve avere sezione almeno pari a 2,5 o 4 mm<sup>2</sup> a seconda che ne sia prevista o meno protezione meccanica.

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

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

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

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

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

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

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

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



#### 4.15.2 COMPONENTI TIPICI IMPIANTI DI MESSA A TERRA

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

- Dispensore verticale in acciaio zincato, profilato a croce in acciaio dimensioni 50 x 50 x 5 mm, secondo CEI EN 50164-2 forte zincatura a caldo, lunghezza tra 1-2,5 m con bandiera di collegamento e fori n. 3 x 11 mm, accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore verticale in acciaio zincato, tondo in acciaio 20/25 mm secondo CEI EN 50164-2 forte zincatura a caldo, lunghezza 6 m composto di aste innestabili lungh. 1,5m giunto particolarmente resistente al tiro, inserimento verticale con martello vibratore completo di puntazza, morsetto di collegamento e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore verticale in acciaio Inox, tondo in acciaio 20 mm INOX AISI 316, lunghezza 6 m composto di aste innestabili lungh. 1,5m giunto particolarmente resistente al tiro, inserimento verticale con martello vibratore completo di puntazza, morsetto di collegamento in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore verticale in acciaio ramato, tondo in acciaio 20 mm ramatura elettrolitica 0,25 mm secondo IEC 50164-2, lunghezza 6 m, composto di aste innestabili lungh. 1,5m giunto particolarmente resistente al tiro, inserimento verticale con martello vibratore completo di puntazza, morsetto di collegamento in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore orizzontale tondino in acciaio zincato, tondino diametro 10 mm secondo CEI EN 50164-2; DIN 48 801, qualità Secutronic, forte zincatura a fuoco, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore orizzontale tondino in acciaio inossidabile (AISI 316), tondino diametro 10 mm secondo CEI EN 50164-2; interrato in scavo a 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore orizzontale in acciaio zincato, piattina dim. 30x3,5 mm secondo CEI EN 50164-2 qualità Secutronic, forte zincatura a fuoco, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in INOX e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore orizzontale in acciaio ramato, piattina dim. 20x2,5 mm secondo CEI EN 50164-2 ramatura elettrolitica 0,25 mm secondo IEC 50164-2, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in INOX e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore orizzontale in acciaio INOX, piattina dim. 30x3,5 mm secondo CEI EN 50164-2 qualità AISI 316 - DIN VDE 0151, interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in INOX e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore orizzontale cordato in rame diametro  $\geq 9$  mm e sezione  $\geq 50$  mm<sup>2</sup> secondo CEI EN 50164-2; interrato in scavo ad almeno 0,60 m di profondità, completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Dispensore di fondazione, tondino in acciaio diametro 10 mm secondo CEI EN 50164-2; DIN 48 801, qualità Secutronic, forte zincatura a fuoco, annegato nel cemento armato, collegato tramite morsetti all'armatura ogni 2 m, tutti i punti fissi di terra necessari per la connessione all'equipotenzializzazione e/o all'eventuale LPS esterno completo di tutti i morsetti di collegamento e connessione con bulloni in Inox e accessori esecuzione secondo CEI EN 62305-3; CEI 64-12.
- Morsetto di connessione ad uso universale per dispersori di fondazione come morsetto a T, a croce e parallelo per ferri d'armatura da 8-16/15-25 mm a tre elementi in acciaio grezzo con bullone esagonale M12.
- Morsetto di connessione per uso universale come morsetto a T, a croce e parallelo per tondino e ferri d'armatura da 8-16 mm a due elementi in acciaio zincato a fuoco con bullone esagonale M10 in INOX provato secondo CEI EN 50164-1.
- Punto fisso di messa a terra a tre elementi con piastra di collegamento INOX barra di collegamento in acciaio zincato, 10 mm coperchio in plastica giallo, filetto di collegamento M10-12 da inchiodare sulla cassaforma, completo di morsetti di collegamento e tutti gli accessori, provato secondo CEI EN 50164-1.
- Punto fisso di messa a terra a tre elementi con piastra di collegamento INOX e anello in plastica giallo, barra di collegamento, tondino 10 mm coperchio in plastica giallo, filetto di collegamento M10-12 da inchiodare sulla cassaforma, completo di morsetti di collegamento provato secondo CEI EN 50164-1.
- Collare per messa a terra di tubi per la connessione a tubi di riscaldamento e acquedotti, per un diametro fino a 6 pollici, nastro di tesatura in INOX AISI 304 testa di tesatura in INOX AISI 304 con morsetto 4-25



mmq.

#### **4.15.3 IMPIANTI DI TERRA PER APPLICAZIONI PARTICOLARI**

##### **4.15.3.1 Impianto di terra per illuminazione esterna**

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

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

L'impianto va realizzato secondo le prescrizioni del capitolo 54 della Norma CEI 64-8 e, qualora l'impianto risultasse parte costitutiva di un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, secondo la Norma CEI 81-10.

In particolare, la Norma CEI 64-8 stabilisce le sezioni minime da adottare per il dispersore, il conduttore di terra ed i conduttori di protezione.

Il dispersore sarà costituito da dispersori verticali (picchetti) eventualmente interconnessi con tondino in acciaio zincato ovvero con cavo isolato. I picchetti saranno collocati entro i pozzetti di ispezione lungo lo scavo.

Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

I conduttori di terra ed i conduttori di protezione dovranno avere colorazione giallo-verde e saranno di tipo FS17.

In ottemperanza a tale decreto, l'impianto deve essere verificato periodicamente per il mantenimento della sua efficacia.

Inoltre, come prescritto dal DPR 462/01, è necessario presentare, entro 30 giorni dalla messa in servizio degli impianti, la dichiarazione di conformità, rilasciata dalla Ditta esecutrice, all'ASL o all'ARPA ed all'ISPELS competente per il territorio.

Inoltre, sempre in ottemperanza del decreto 462/01 l'impianto di terra deve essere sottoposto a verifiche periodiche di legge (nel caso specifico con frequenza quinquennale) condotte dall'ASL o dall'ARPA (o da organismi abilitati) in modo da certificare il buon risultato della regolare manutenzione.

#### **4.16 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE STRADALE**

##### **4.16.1 GENERALITÀ**

L'impianto di illuminazione esterna deve essere conforme alle norme CEI 64-8 Sezione 714. I corpi illuminanti devono avere almeno grado di protezione IP43 o IP23 se installati ad altezza rispettivamente inferiore o superiore a 3 m dal suolo. Per gli apparecchi installati in pozzetto il grado di protezione deve essere IP57.

I corpi illuminanti installati ad altezza inferiore a 3 m devono dare accesso a parti attive solo con l'ausilio di attrezzi o chiavi.

I bracci, i supporti ed i pali metallici devono essere protetti contro la corrosione da zincatura a caldo e verniciatura. I pali metallici devono essere protetti contro la corrosione alla base di incastro con apposite fasce e devono essere infissi entro basamenti in calcestruzzo per garantirne la stabilità. Le dimensioni del basamento in calcestruzzo devono essere idonee all'altezza del sostegno e alla massima superficie frontale del corpo illuminante. Il sostegno metallico va connesso a terra a meno che l'impianto di illuminazione esterna (cavi, apparecchi illuminanti, giunzioni ecc.) non sia in classe II.

##### **4.16.2 QUADRI ELETTRICI DI PROTEZIONE E COMANDO**

L'appaltatore provvederà alla fornitura, posa e regolazione dei quadri elettrici indicati negli altri elaborati di progetto. Essi andranno installati presso i punti di consegna dell'Ente distributore pubblico e saranno costituiti da carpenteria in vetroresina poliestere rinforzata con fibre di vetro con grado di protezione minimo IP44.

Tale contenitore dovrà, salvo diversa indicazione, essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo misura installato dall'Ente Distributore. La relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo.

Il quadro dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore pubblico dell'energia elettrica sia dei cavi in partenza relativi all'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'Appaltatore tutte le opere (scavo, opere murarie e quant'altro) necessarie per realizzare il collegamento dei cavi dell'Ente Distributore.

Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando (ovvero regolatore di flusso), di sezionamento, e di protezione così come definite negli schemi unifilari quadri elettrici allegati al presente progetto. La portella di chiusura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con i tecnici del Comune.

Nel caso si realizzi un impianto di pubblica illuminazione in classe II, il quadro elettrico dovrà essere anch'esso realizzato con isolamento equivalente.

Le apparecchiature installate entro il quadro dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI di prodotto, in particolare, i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI 17-3 fascicolo 252.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le caratteristiche definite negli elaborati e/o descrizioni dei materiali.

I dispositivi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo la Norma CEI 64-8 parte 4.

#### **4.16.3 GENERALITÀ SUGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

Per una descrizione precisa delle caratteristiche degli apparecchi illuminanti si rinvia all'elenco Descrittivo delle Voci. Nel seguito sono riportate solo alcune prescrizioni di carattere generale.

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- 1) Apparecchi per illuminazione stradale (installati a quota  $\geq 3\text{m}$ ):
  - ♦ "Aperti" (senza coppa o rifrattore) vano ottico: IP23
  - ♦ "Aperti" (senza coppa o rifrattore) vano ausiliari: IP23
  - ♦ "Chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ottico: IP44
  - ♦ "Chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ausiliari: IP23
- 2) Proiettori su torri faro o parete (verso il basso): IP65
- 3) Proiettori sommersi: IP68

Gli apparecchi illuminanti, nonché i loro componenti interni dovranno altresì essere rispondenti alle relative Norme di prodotto.

Il corpo degli apparecchi dovrà essere comunque idoneo alle condizioni ambientali (agenti atmosferici o inquinanti).

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti completi di lampade, ausiliari elettrici ed eventuale fusibile già completi dei collegamenti di cablaggio. Il fusibile deve essere inserito direttamente a valle del sezionatore, sul conduttore di fase disposto in modo da non poter essere sostituito con apparecchio in tensione.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Tali apparecchi dovranno essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 1) 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro
- 2) 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente
- 3) 10 V per le lampade da 250 W (tutti e due i tipi)
- 4) 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro
- 5) 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 – "Marcatura" della Norma CEI 34-21.

La rispondenza al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificata con la consegna al Direttore dei lavori della dichiarazione di conformità alle norme stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione, ai sensi del art.2 del D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 e s.m.i., oppure tramite l'accertamento dell'esistenza del Marchio di Conformità apposto sugli apparecchi stessi, ovvero dal rilascio dell'attestato di conformità ai sensi del già citato D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626.

Di ciascun apparecchio utilizzato dovrà essere fornita la seguente documentazione fotometrica:

- 1) Angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio
- 2) Curva polare di intensità luminosa riferita a 1000 lumen
- 3) Diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1000 lumen
- 4) Diagramma del fattore di utilizzazione
- 5) Classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale

Nell'ipotesi di apparecchi ad ottica variabile devono essere forniti i dati fotometrici per ognuna delle configurazioni possibili.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì essere del tipo indicato negli altri elaborati di progetto:

- 1) Cut-off
- 2) Semi cut-off
- 3) Non cut-off

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, qualora esso non risulti già definito nei vari elaborati di progetto, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

In ogni caso, l'Appaltatore provvederà all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su palo o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, ed alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

L'Impresa dovrà eseguire la corretta installazione dell'apparecchio illuminante secondo le indicazioni di montaggio indicate dal costruttore.

Inoltre gli apparecchi dovranno essere installati in modo da agevolare le operazioni di manutenzione (in particolare le fasi di pulizia e sostituzione lampade) senza generare situazioni di pericolo per gli operatori o danni agli apparecchi stessi.

Per gli apparecchi di illuminazione in Classe II si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché venga mantenuto il doppio isolamento.

#### **4.16.4 APPARECCHI ILLUMINANTI PER ILLUMINAZIONE PERMANENTE E DI RINFORZO IN GALLERIA DEL TIPO A LED**

Proiettore a LED adatto all'installazione in gallerie stradali per illuminazione permanente e di rinforzo (conseguentemente all'ottica adottata).

Caratteristiche costruttive:

- corpo in alluminio pressofuso;
- schermo in vetro piano spessore  $\geq 5\text{mm}$ ;
- staffa a sgancio rapito in acciaio inox AISI 304 ovvero staffe regolabili da parete
- micro lenti ottiche in PMMA
- ottica simmetrica per apparecchi di illuminazione permanente e simmetrica/controflusso per illuminazione di rinforzo
- potenza nominale a pieno regime (compresi ausiliari):
  - 563 mA: 385 W
  - 673 mA: 230 W
  - 673 mA: 114 W
  - 673 mA: 58 W
  - 505 mA: 32W
  - 288 mA: 19W

- temperatura di colore 4000K
- temperatura di esercizio:  $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$
- vita nominale dei LED (L90) a  $T_a=25^{\circ}\text{C}$ : 100.000 ore;
- driver elettronico a lunga durata (100.000 ore);
- grado di protezione IP66
- classe II
- resistenza agli urti IK08
- corrente di pilotaggio nominale variabile
- curva fotometrica come indicata negli elaborati di progetto
- tensione di alimentazione 220/240 V - 50/60 Hz
- fattore di potenza 0.95

Gli apparecchi dovranno essere costruiti a regola d'arte, dotati di marcatura CE e marchio IMQ (o equivalente) ove applicabili e conformi alle norme tecniche applicabili, in particolare:

- CEI EN 60598-1.
- CEI EN 60598-2-3
- CEI EN 55015
- CEI EN 61000

Gli apparecchi dovranno garantire i seguenti flussi minimi:

- 563 mA - 385 W: 51.522 lm (versione controflusso) – 53.760 lm (versione simmetrica)
- 673 mA - 230 W: 28.980 lm (versione controflusso) – 30.240 lm (versione simmetrica)
- 673 mA - 114 W: 14.490 lm (versione controflusso) – 15.120 lm (versione simmetrica)
- 673 mA - 58 W: 7.326 lm (versione controflusso) – 7.641 lm (versione simmetrica)
- 505 mA - 32W: 4.110 lm (versione controflusso) – 4.258 lm (versione simmetrica)
- 288 mA - 19W: 2.466 lm (versione controflusso) – 2.571 lm (versione simmetrica)

Gli apparecchi dovranno inoltre essere completi di: alimentatore, spina 2P+T- 16A con grado di protezione IP66, cavo di derivazione 2FG18(O)M16 2x1.5 mmq, sistema di regolazione e controllo a onde radio integrato all'interno dell'apparecchio con funzioni di dimmerazione, gestione e controllo.

#### **4.16.5 SISTEMA DI TELEGESTIONE PUNTUALE SU ONDE RADIO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**

Il sistema di telegestione su onde radio sarà costituito da un insieme di apparecchiature da installare negli apparecchi illuminanti e nei pressi della cabina. I componenti principali del sistema dovranno essere i seguenti.

##### **Nodo concentratore e router per il controllo e la gestione moduli onde radio**

Nodo concentratore e router per il controllo e la gestione tramite onde radio degli apparecchi illuminanti.

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- contenitore plastico adatto all'installazione su barra DIN
- processore clock 454MHz
- RAM 128MB DDR2 DRAM
- Flash 256 MB NAND
- LCD 800x480 con touchscreen
- porta di rete 10/100 Base TX (PoE)
- 2 porte RS485
- 1 porta CAN bus
- 1 porta RS232
- orologio RTC con batterie di backup
- 2 uscite a relè
- 2 ingressi optoisolati
- sonda di temperatura
- modulo radio:
  - banda 2.4 GHz
  - potenza Tx fino a 3 dBm
  - sensibilità RX -101 dBm

- budget link radio 104 dB
- protocolli: ZigBee, IEEE 802.15.4, 6LoWPAN, RF4CE, SP100, WirelessHART, Algorab V3.0, ISM
- sicurezza AES 128 bit
- sistema operativo Linux 3.9 o superiore
- funzionalità: TCP/IP, UDP, Socket, Server Web, Telnet, PPP, FTP, VPN, Ipsec, SSL, DHCP, NAT, NTP, Agent e Manager SNMP
- assorbimento 8W
- grado di protezione IP65
- temperatura di funzionamento -40° +70°C
- antenna di comunicazione esterna
- alimentatore 230Vac – 24Vcc

### **Modulo radio completo di antenna esterna**

Caratteristiche costruttive e funzionali:

- contenitore in materiale plastico (ABS)
- segnalazioni LED (verde, gialla e rossa)
- interfaccia SELV DALI MASTER (8 dispositivi)
- RS485 isolata
- uscita normalmente chiusa con corrente massima 1.5A (carico induttivo o capacitivo), 5A (carico resistivo)
- chip crittografato
- memoria 8Mbit Flash
- accelerometro 3 assi
- termometro digitale +/- 0.5°C (da -10°C a + 85°C)
- orologio real time clock con batteria di backup
- modulo radio:
  - banda 2.4 GHz
  - potenza Tx fino a 3 dBm
  - sensibilità RX -101 dBm
  - budget link radio 104 dB
  - protocolli: WSNAIgorab V3.0 o superiore
- classe II
- tensione di isolamento tra alimentazione e interfacce 3 kV
- tensione di alimentazione 230 V -50 Hz
- assorbimento 2W
- grado di protezione IP40
- temperatura di funzionamento da -25°C a +70°C

### **Antenna esterna multibanda**

- banda di lavoro 860-960 / 2400-2690 MHz (GSM, WIFI, LTE)
- impedenza 50Ω
- potenza massima 25 W
- omnidirezionale
- elemento radiante in acciaio inox
- temperatura di lavoro -40 ÷ +80 °C
- completa di cavo coassiale per connessione SMA

### **Ingegneria, programmazione ed addestramento del sistema di telegestione punti luce**

Il sistema dovrà essere fornito completo delle seguenti attività necessarie per permettere il perfetto funzionamento di tutto il sistema secondo le necessità definite dalla D.L.:

- cablaggio delle connessioni in centrale
- programmazione dei comandi e degli asservimenti
- operazioni di configurazione per le periferiche collegate mediante il noleggio, se necessario, di unità PC, portatili e non
- configurazione ingressi ed uscite
- installazione di software adeguato
- controllo e verifica del corretto funzionamento del materiale fornito
- messa in funzione del sistema

- corso di formazione del personale preposto alla conduzione dell'impianto, della durata minima di 2gg, da svolgere presso il Centro Direzionale o in altra sede indicata dal Committente
- fornitura della documentazione tecnica e dei manuali d'uso
- fornitura degli schemi di collegamento
- fornitura del lay-out di montaggio

#### 4.16.6 SISTEMA DI MISURAZIONE DELLA LUMINANZA ESTERNA

Il sistema misura la luminanza di Velo equivalente ( $\text{Cd/m}^2$ ), secondo le prescrizioni della norma UNI 11095 e la converte in un segnale in corrente  $4 \div 20 \text{ mA}$ , oppure in tensione  $0 \div 10 \text{ V}$  secondo versione.

La tecnologia di rilevazione della luminanza, si basa sull'impiego di un fotodiiodo, ed una serie di filtri per correggere la curva di risposta spettrale e renderla simile a quella dell'occhio umano (risposta fotopica).

La Sonda misura la luminanza è caratterizzata dai seguenti principali componente:

- Sonda luminanza di velo;
- Custodia in pressofusione di alluminio;
- Riscaldatore;
- Alimentatore.

Caratteristiche Tecniche sonda luminanza di velo:

- Tensione di alimentazione  $16 \div 40 \text{ Vac/dc}$
- Segnale d'uscita  $4 \div 20 \text{ mA}$  o  $0 \div 10 \text{ V}$
- Sensore Fotodiiodo al silicio
- Campo spettrale Curva V ( $\lambda$ )
- Campo di rilevazione  $0 \div 2000/5000 \text{ Cd/m}^2$
- Temperatura d'esercizio  $-20 \div 60 \text{ }^\circ\text{C}$
- Grado di protezione IP 67
- Sicurezza EN 61010-1
- EMC: EN 61000-6-2:2005; EN 61000-4-2; EN 61000-4-3; EN 61000-4-4; EN 61000-4-6; EN 61000-6-3:2007; EN 55022:2007; IEC/ CISPR22
- Conforme alla Direttiva bassa tensione 2006/95/CE e alla direttiva 2004/108/EC

Caratteristiche della Custodia in pressofusione di alluminio:

- Bulloneria acciaio INOX
- Vetro frontale cristallo calibrato
- Verniciatura a polvere poliestere RAL9002
- Staffa per fissaggio a parete/palo
- Tettuccio parasole
- Dimensioni con staffa:  $506 \times 298 \times 159 \text{ mm}$
- Peso custodia  $2,53 \text{ Kg}$
- Peso staffa  $0,62 \text{ Kg}$
- Peso sonda  $0,25 \text{ Kg}$
- Peso complessivo custodia + sonda  $3,4 \text{ Kg}$

Caratteristiche del riscaldatore:

- Resistenza ceramica  $100 \text{ ohm}$ ;
- Tensione di alimentazione  $24 \text{ Vdc}$ ;
- Assorbimento  $0,24 \text{ A}$ ;
- Pastiglia termica  $T^\circ \text{ ON } 17^\circ \pm 3^\circ\text{C}$ ;  $T^\circ \text{ OFF } 25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;
- Morsettiere di ingresso Connettore da stampato passo 5,08.

Alimentatore per sonda di luminanza di Velo:

- Alimentatore modulare dimensioni  $24 \times 91 \times 55 \text{ (L x H x P in mm)}$ ;
- Tensione d'ingresso  $100-240 \text{ Vac}$ ;
- Tensione d'uscita  $24 \text{ Vdc}$ ;
- Potenza  $15 \text{ W}$ ;
- Classe di isolamento II.

#### 4.16.7 CAVI E CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE

Per la distribuzione dell'energia elettrica di potenza si dovranno utilizzare le seguenti tipologie di cavi:



- Dorsali di alimentazione: cavi unipolari con guaina con sezione superiore o uguale a 6 mm<sup>2</sup> tipo FG7R-0,6/1 kV
- Derivazioni al centro luminoso: cavi bipolari con sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FG7OR-0,6/1 kV

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norme CEI di prodotto (CEI 20-13, 20-32, 20-20,...) e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni in fase di Direzione Lavori.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare, in modo leggibile e permanente, la fase relativa.

In corrispondenza di ciascun pozzetto dovrà essere mantenuta una scorta di cavo pari almeno a 0,5 m.

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature dovranno essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e dei vari punti di ispezione (pozzetti e cassette di derivazione) con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti conformemente a quanto prescritto dalla CEI 16-7.

I cavi utilizzati dovranno inoltre avere sezione tale da contenere, in condizioni regolari di esercizio, la caduta di tensione massima percentuale pari al 4%.

Infine per limitare gli squilibri di corrente lungo la rete di alimentazione, i centri luminosi dovranno essere derivati ciclicamente dalle tre fasi.

#### **4.16.8 MUFFOLE E MORSETTIERE**

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) della sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>, sarà effettuata entro la cassetta di connessione con fusibili collocata in apposita asola a base palo, con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale per derivazione e/o cambio sezione (fino a 16 mm<sup>2</sup>).

La cassetta di connessione (o morsettiera), se l'impianto realizzato è in classe II, dovrà essere del tipo a doppio isolamento in modo da mantenere la stessa classe di isolamento.

La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi, salvo nei cambi di sezione delle linee (effettuati nella stessa morsettiera).

Nel caso di dorsali avente sezione maggiore o uguale a 25 mm<sup>2</sup> dovrà essere previsto una cassetta di derivazione, o una muffola di derivazione in gel, collocata nel pozzetto relativo ed il collegamento alla cassetta collocata alla base del palo sarà realizzato con cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) avente sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>. La derivazione dovrà garantire un grado di protezione minimo IP57. progetto, in particolare all'Elenco Descrittivo delle Voci.

#### **4.17 INTEGRAZIONE DEL SISTEMA DI CONTROLLO E DI SUPERVISIONE**

##### **4.17.1 GENERALITA'**

In seguito al rifacimento dell'impianto di illuminazione dovrà essere conseguentemente adeguato anche il sistema di controllo (PLC e unità I/O) e di supervisione (SCADA) attualmente esistente a servizio della galleria.

L'architettura dell'attuale impianto di automazione e di supervisione, peraltro di recente realizzazione, oltre ai diversi sensori ed attuatori (livello 0 di campo) facenti parte dei diversi sottosistemi monitorati, prevede i seguenti elementi tipici:

- unità remote I/O (interfaccia tra livello 0 e 1); contenute all'interno di armadi dedicati (in cabina e in galleria in corrispondenza di talune piazzole di sosta) o entro l'armadio PLC (per la I/O di palazzina).
- unità PLC: sono presenti due unità PLC in configurazione ridondata "Hot Stand-BY (HSBY)", complete di scheda CPU, scheda alimentatore e scheda di rete, licenza SW, collocati nell'edificio "Palazzina"
- postazioni di supervisione (livello 2): in corrispondenza del locale di controllo collocato nell'edificio "Palazzina" sono presenti due stazioni Server SCADA di supervisione in configurazione ridondata, ciascuna costituita da Personal Computer (PC tipo Workstation) e connessa al sistema di controllo PLC tramite collegamenti Ethernet allo switch LAN dell'edificio "Palazzina". Ciascun PC consente, tramite un numero adeguato di pagine grafiche, la visualizzazione in tempo reale di tutti i segnali e di tutti i comandi gestiti al fine di garantire la totale gestione ordinaria, in emergenza e durante le operazioni di

manutenzione. Per ciascun tipo di impianto (illuminazione, ventilazione, quadri elettrici, ...) è prevista almeno una pagina grafica dedicata con evidenziate le relative grandezze significative.

Le postazioni sono complete di tutte le licenze software necessarie: la licenza SW relativa al sistema operativo Windows di più recente generazione, la licenza relativa al software di DataBase (es. Microsoft Access o equivalente) e la licenza SW SCADA di tipo Server adeguata per la gestione di fino a 5.000 punti controllati.

Il sistema risulta inoltre completo di una postazione Client SCADA. Su tale postazione è stato implementato un programma di supervisione, di tipo Client, che ricalca le medesime schermate del Server SCADA in modo di garantire, tramite questo Client, il controllo completo dei tunnel. La postazione Client è completa di hardware e di licenze SW (SCADA Client e sistema operativo e database).

Per la comunicazione tra le unità PLC con le unità I/O remote in galleria è presente una rete ethernet LAN di galleria in fibra ottica, con topologia ad anello, protocollo Modbus TCP/IP, dedicata all'impianto di automazione/supervisione. Tale rete non sarà oggetto di modifica nel presente intervento

Nel seguito vengono riportate in sintesi le diverse lavorazioni previste sul sistema di controllo e di supervisione esistente. Per ulteriori dettagli si rinvia agli elaborati grafici ed alle voci di elenco facenti parte del progetto.

#### **4.17.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI INTEGRAZIONE**

Col presente intervento il sistema di controllo e di supervisione si troverà gestire i seguenti sistemi aggiuntivi:

- apparecchi illuminanti
- centraline di gestione impianto di illuminazione
- segnali I/O dal/al quadro di cabina Q\_BT/....
- CPS

Si precisa che nel documento di progetto "Tabella elenco punti controllati", si riporta l'elenco aggiornato dei punti controllati dal sistema evidenziando le modifiche rispetto allo stato attuale.

L'intervento di integrazione prevede le seguenti lavorazioni principali:

##### Sistema di controllo (Unità I/O e PLC):

- unità remote I/O: da un punto di vista HW le due unità I/O di cabina risultano già predisposte per gestire i segnali I/O che si aggiungono col presente intervento. Pertanto sarà sufficiente attestare i nuovi cavi di segnali ai dispositivi I/O già presenti negli armadi I/O di cabina.
- Unità PLC: si prevede un'integrazione del SW di automazione per l'implementazione delle logiche e degli algoritmi per la gestione dei nuovi impianti di illuminazione della galleria.

##### Sistema di supervisione (SCADA):

Si prevede la modifica alla programmazione SW delle postazioni di supervisione (Server e Client) esistenti. Il sistema di supervisione (SCADA) si dovrà interfacciarsi sia alle unità PLC che alla centralina di gestione illuminazione tramite rete Ethernet, per la lettura e lo scambio di parametri, stati e comandi del sistema ad onde radio di gestione dell'impianto di illuminazione a LED che verrà realizzato.

In dettaglio: il server SCADA comunicherà con il PLC di gestione per l'invio di comandi, l'impostazione/lettura dei parametri di regolazione dell'illuminazione, la lettura degli stati dei nuovi componenti installati (nuove linee BT di illuminazione, stati/comandi di teleruttori, stato dei nuovi dispositivi installati come ad es. UPS) tramite comunicazione già in essere (Modbus TCP-IP).

Il sistema SCADA comunicherà inoltre, tramite comunicazione standard (Modbus TCP-IP), direttamente con la centralina di gestione del sistema d'illuminazione che funge da concentratore di dati del sistema stesso.

Dovranno essere inoltre modificate le attuali pagine di visualizzazione sia dell'impianto di illuminazione, che degli schemi elettrici a seguito dell'introduzione di nuovi circuiti di illuminazione; verranno gestiti i dati dei

nuovi CPS che saranno installati nonché rimosse le informazioni dei componenti che verranno dismessi (regolatori di flusso di illuminazione e loro circuiti a corredo)

Verranno create nuove pagine per la visualizzazione dei nuovi componenti prevedendo pagine di dettaglio per ogni singola lampada, oltre alle tutte le pagine e funzionalità che si renderanno necessarie al fine di fornire un lavoro a regola d'arte.

L'intervento prevede infine:

- potenziamento delle due licenze SW SCADA Server attuale fino a 8.000 punti
- potenziamento licenza SW SACADA Client attuale fino a 8.000 punti

#### **4.17.3 COORDINAMENTO DELLA REALIZZAZIONE IMPIANTO DI SUPERVISIONE**

Fanno parte integrante delle lavorazioni inerenti l'impianto di supervisione anche le attività di coordinamento, assistenza e consulenza in cantiere sino al completo avviamento del sistema (test e collaudo in sito compresi).

Tali attività comprendono l'"allineamento" dei segnali in campo attestati alle morsettiere dei quadri PLC di automazione e l'allineamento delle comunicazioni con i sistemi terzi interfacciati col sistema di supervisione.

#### **4.17.4 SPECIFICHE, DOCUMENTAZIONE ED ADDESTRAMENTO DEL PERSONALE IMPIANTO DI SUPERVISIONE**

Fanno parte integrante delle lavorazioni inerenti l'impianto di supervisione anche lo sviluppo dettagliato delle specifiche tecniche funzionali e dimensionamento del sistema di controllo, con conseguente produzione della relativa documentazione in lingua Italiana, comprendente:

- Realizzazione della lista I/O (fino ad un massimo di 3 revisioni ) completa delle modalità di scambio delle informazioni
- Realizzazione delle specifiche funzionali di dettaglio "causa/effetto"
- Realizzazione delle specifiche di test e collaudo
- Verifica e definizione della configurazione dei PLC e dei Personal Computer
- Verifica e definizione della configurazione delle reti di comunicazione
- Definizione della mappa degli ingressi e delle uscite per l'ottimizzazione della progettazione elettrica software
- Definizione delle mappe di memoria per lo scambio dei dati tra unità di controllo facenti parte del sistema
- Listati commentati del software PLC (file sorgente)
- Copia della documentazione tecnica così come fornita dai produttori dei materiali hardware e software compresi in fornitura
- Manuali d'uso

Inoltre dovrà essere fornito un corso di addestramento del personale (durata massima 2 giorni lavorativi consecutivi), presso il Cantiere, all'utilizzo del programma di supervisione.

### **5. MODALITA' ESECUTIVE DELLE OPERE CIVILI PER IMPIANTI TECNOLOGICI**

Nel seguito sono descritte le modalità esecutive delle opere civili che potrebbero rendersi necessarie per l'esecuzione dei lavori oggetto del presente progetto. Resta inteso che non tutte le lavorazioni evidenziate nei paragrafi successivi fanno parte dell'intervento; esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

Le opere ed assistenze murarie da intendersi incluse dall'importo complessivo degli impianti elettrici sono specificate nella premessa degli elaborati economici.

L'Impresa dovrà in ogni caso presentare alla DL, entro 30gg dalla data del Verbale di Consegna dei Lavori o in accordo con il piano temporale, i disegni e le descrizioni di dettaglio di tutte le opere murarie ritenute necessarie al compimento degli impianti, perché la DL possa valutare eventuali interferenze con le strutture e coordinare i lavori nel modo migliore.

Ogni onere relativo allo smantellamento di opere e allo spostamento degli impianti già eseguiti, a causa del ritardo dell'Impresa nella presentazione dei disegni di cui sopra, sarà imputato alla stessa ed iscritto negli Stati di Avanzamento e nello Stato Finale. Il valore del danno, a carico dell'Impresa sarà stabilito, insindacabilmente, dalla DL.

## 5.1 SCAVI

Preliminarmente all'esecuzione delle opere di scavo l'Appaltatore deve procedere ai tracciamenti necessari per la definizione esatta della collocazione dei centri luminosi e di altre ed eventuali apparecchiature (ad esempio i quadri elettrici).

Inoltre l'Impresa è obbligata ad assumere le informazioni necessarie per accertarsi se nella sede dei medesimi vi siano tombini, fognature, acquedotti, elettrodotti, cavi telefonici, gasdotti, oleodotti, o altri manufatti interrati ed a prendere tutti i provvedimenti e misure necessarie per eseguire le opere senza danneggiare detti manufatti nella realizzazione dei relativi sottopassaggi, incroci, parallelismi, restando a suo carico ogni responsabilità per danni e ripristini e per le pratiche burocratiche inerenti all'autorizzazione da rilasciare da parte degli Enti interessati.

Negli scavi devono essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e obbligata a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle sezioni corrette.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Gli scavi e i trasporti devono essere eseguiti con mezzi d'opera e manodopera adeguati. In ogni caso deve essere assicurato il regolare smaltimento e deflusso delle acque di qualunque provenienza.

I materiali provenienti dagli scavi, e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, devono essere portati a rifiuto in zone disposte a cura e spese dell'Impresa, quelli invece utilizzabili, ed esuberanti le necessità di lavoro, devono essere portati, sempre a cura e spese dell'Impresa, su aree indicate dalla Direzione Lavori.

Sono compensati fra gli oneri degli scavi l'abbattimento e/o potature di piante, l'estirpazione di ceppaie e radici nella zona di pertinenza degli scavi stessi.

Durante la fase di scavo dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiale di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso o a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evitare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico.

Il rinterro di tutti gli scavi necessari per la collocazione dei cavidotti e dei pozzetti, dopo l'esecuzione dei getti, è compensato con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada devono essere disposti opportuni avvisi.

In ogni modo l'impresa deve rendere possibile in posizioni opportune, lo scambio dei veicoli.

L'Impresa assume la responsabilità di eventuali danni od a persone od a cose derivanti dalla mancata od insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Costituisce onere per la Ditta anche la stesura progressiva di materiale occorrente per dare alla pavimentazione stradale la sua primitiva consistenza e sagoma.

Il materiale di scavo eccedente, dopo l'eventuale costipamento del materiale di rinterro, deve essere portato a discarica autorizzata a propria cura e spese.

Per garantire la continuità del transito si devono costruire adeguate passerelle provvisorie, salvo diverse autorizzazioni concesse dalla Stazione Appaltante circa temporanee sospensioni o deviazioni del transito.

Per evitare che il dissesto dipendente dall'apertura delle trincee si estenda a tratti di eccessiva lunghezza, resta stabilito che non possono essere mantenuti aperti tronchi di trincea estesa superiore ai metri 50, salvo diversa indicazione da parte della DL o della SA.

Per gli scavi su strade e simili devono essere osservate le norme di sicurezza del Codice della Strada.

### 5.1.1 SCAVI PER CAVIDOTTI

Lo scavo per la posa delle tubazioni dovrà essere realizzato in modo tale che sia perfettamente rispettato lo sviluppo di progetto.

In ogni caso, salvo impedimenti o diversa indicazione, la profondità dello scavo dovrà essere di almeno 60cm e la larghezza minima di 30cm

Gli scavi necessari per la posa dei cavidotti saranno eseguiti a pareti quanto più possibile regolari, con la minima larghezza compatibile con la natura della terra e con il diametro esterno del tubo, ricavando, ove sia necessario, opportuni allargamenti e nicchie.

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere depositati nella trincea a ricoprimento delle tubazioni posate solo nel caso il materiale sia ritenuto idoneo a giudizio della D.L., altrimenti dovrà essere trasportato a discarica autorizzata in modo da ostacolare il meno possibile la viabilità e lo scolo delle acque.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Il taglio del tappetino bituminoso e del sottofondo in agglomerato, se presenti, dovrà avvenire mediante l'impiego di adeguati mezzi meccanici (fresatrice, sega a taglio, ecc...). Il taglio avrà una profondità minima di 20 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica
- Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate negli elaborati di progetto
- Fornitura e posa, su letto di sabbia predisposto, di tubazioni corrugate flessibili in polietilene, a sezione circolare, in numero e diametro indicati negli elaborati di progetto
- Formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua
- Sopra il cavidotto, circa 10-15 cm sopra il limite superiore, dovrà essere collocato un nastro avvisatore di colore rosso, compreso nel prezzo dello scavo, con evidenziato il nome dell'impianto di appartenenza
- Il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dagli elaborati grafici. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo. Laddove non risulti possibile rispettare la profondità di posa indicata negli elaborati di progetto si dovrà valutare l'opportunità di utilizzare tubazioni in acciaio zincato anziché in polietilene ed in ogni caso lo scavo dovrà essere riempito interamente, salvo il letto di sabbia ed eventuali strati bituminosi superficiali, con getto in cls
- Ogni strato del rinterro dovrà essere costipato mediante adeguati mezzi meccanici; inoltre nel caso di scavo su asfalto, il tappeto di usura dovrà essere steso dopo un periodo di assestamento di 10/15 giorni

### **5.1.2 SCAVI DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA**

Per scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per parti di cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi, saranno a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento di adeguata capacità portante.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate.

Le pareti saranno verticali o inclinate come sarà prescritto.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche per pareti a scarpate, ma in tal caso, non sarà pagato il maggior scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiali adatti, dei vani rimasti intorno alla muratura, ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano del terreno.

## **5.2 POZZETTI**

### **5.2.1 POZZETTO REALIZZATO IN OPERA CON CHIUSINO IN GHISA**

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto
- Formazione di platea in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua
- Formazione di muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento

- Conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo
- Formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio
- Fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa (griglia o sferoidale a seconda delle indicazioni evidenziate negli elaborati di progetto), completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 40x40 cm, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente
- Trasporto del materiale scavato eccedente
- Ripristino del suolo pubblico originario

E' consentita in alternativa, e compensato con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

Tutti i pozzetti saranno senza fondo, o comunque con adeguati fori per evitare il ristagno dell'acqua.

### 5.2.2 POZZETTO PREFABBRICATO CON CHIUSINO IN GHISA

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto
- Formazione di platea in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua
- Posa del pozzetto prefabbricato costituito da un elemento a cassa, con due fori di drenaggio. Il manufatto, di calcestruzzo vibrato, dovrà avere sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto
- Inserimento delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo
- Fornitura e posa di chiusino in ghisa (griglia o sferoidale a seconda delle indicazioni evidenziate negli elaborati di progetto, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 40x40 cm, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente
- Trasporto del materiale scavato eccedente
- Ripristino del suolo pubblico originario

Tutti i pozzetti saranno senza fondo, o comunque con adeguati fori per evitare il ristagno dell'acqua.

### 5.3 PLINTI DI SOSTEGNO PALI

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco
- Formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 315 per metro cubo di impasto
- Esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma di dimensioni e geometria adeguata
- Fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 50 mm per l'ingresso dei cavi
- Riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente
- Sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compresa nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Dimensioni maggiori dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non daranno luogo a nessun ulteriore compenso.



## 5.4 DEMOLIZIONE DI MURATURE

Le demolizioni di murature devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio.

L'Impresa è quindi pienamente responsabile di tutti i danni che le demolizioni potessero arrecare alle persone e alle cose.

E' vietato in particolare gettare dall'alto i materiali; questi invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, adottando le opportune cautele per evitare danni e pericoli.

Si dovrà inoltre provvedere al puntellamento delle parti pericolanti.

Nel caso sia necessario l'impiego di mine l'Impresa dovrà premunirsi delle autorizzazioni degli Organi Statali competenti ed eseguire il brillamento delle mine con personale specializzato e con tutta la cautela atta a prevenire infortuni e danni a chicchessia.

## 5.5 CONGLOMERATI DI CEMENTO

I conglomerati di cemento possono essere impiegati in strutture di fondazioni, in murature di elevazione e rivestimento, in strutture di cemento armato, in manufatti prefabbricati, ecc. .

La preparazione del conglomerato, di norma eseguita con impianti meccanici e dosatura automatica, deve essere effettuata utilizzando i seguenti materiali:

- ACQUA - dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, di materie organiche, ecc., in quantità pari allo 0.4 - 0.5 del peso del cemento
- INERTI - di fiume, di cava, naturali o frantumati meccanicamente, sempre lavati, privi di argille, polvere o materie organiche, con curva granulometrica adatta al loro impiego, da determinare in accordo con la Direzione Lavori
- CEMENTO - di uno dei seguenti tipi: normale (325) ad alta resistenza (425), ad alta resistenza e rapido indurimento (525), nella dosatura variabile in genere da 200 a 400 kg di legante per ogni metro cubo di inerte lavorato a conveniente curva granulometrica

Per quanto riguarda l'impiego e le caratteristiche dei materiali, la confezione degli impasti, l'esecuzione dei getti, le prove, ecc. l'Impresa ha l'obbligo di rispettare tutte le norme contenute nel D.M. 16/06/76 e D.M. 26.3.80.-

Le opere di fondazione di modesta importanza ed i blocchi di ancoraggio possono essere gettati anche contro terra.

Per opere di fondazione importanti il getto sarà fatto su una platea di sottofondo e con ausilio di casseforme laterali.

Per i manufatti in conglomerato di cemento semplice o armato si devono impiegare adeguate casserature e impalcature di sostegno in legno o metallo tali da ottenere getti privi di irregolarità, difetti estetici e deformazioni per cedimenti delle strutture di sostegno e di casseri.

Prima di ogni getto di strutture di cemento armato la Direzione Lavori deve essere chiamata per le necessarie verifiche.

Di regola le strutture in conglomerato di cemento non saranno intonacate e quindi devono risultare con spigoli e angoli diritti, con parametri uniformi, con sagomature curve appropriate, ed eventuali piccoli difetti dovranno essere eliminati con ritocchi di malta cementizia non appariscenti.

Tutti i getti dovranno risultare compatti e uniformi, ed essere perciò opportunamente vibrati.

Nel corso della presa, dell'indurimento e della successiva stagionatura i getti devono essere protetti dagli effetti del gelo e mantenuti nel giusto grado di umidità per evitare fenomeni deleteri di disidratazione.

E' ammesso l'impiego di prodotti antigelo purché non alterino negativamente le caratteristiche meccaniche del conglomerato. Per i getti in presenza d'acqua devono essere presi tutti i provvedimenti necessari per evitare il dilavamento dell'impasto a causa di asporto del legante.

In caso di pioggia è necessario proteggere il getto fino a sufficiente indurimento per evitare il dilavamento delle parti non coperto da casseri.

I conglomerati per manufatti destinati a contenere acqua devono risultare impermeabili senza presentare filtrazioni e trasudamenti.

Tutte le strutture armate o non armate devono essere progettate e calcolate da un Ingegnere, iscritto all'Albo, a cura e spese dell'Impresa, che deve assumersi in proposito ogni responsabilità.

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori **n° 3 copie dei disegni esecutivi** e dei relativi calcoli almeno 15 giorni prima dell'esecuzione dei relativi lavori.

## **5.6 ATTRAVERSAMENTI INTERRATI**

Gli attraversamenti interrati serviranno per sottopassare strade o altre opere esistenti e potranno intersecare sia ortogonalmente che obliquamente le opere stesse.

L'esecuzione sarà eseguita da fosse di spinta debitamente predisposte, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire. L'infissione potrà anche avvenire contrastando l'attrezzatura di spinta con palancolate laterali infisse nel terreno prima dell'esecuzione dello scavo. La condotta da infiggere nel terreno sarà costituita da tubi in acciaio, tipo Fe 510 saldati, il tutto come da disegni di progetto. Gli attraversamenti stradali avranno all'interno del tubo "guaina" un tubo di acciaio o ghisa sferoidale dotato di opportuni distanziatori in modo da alloggiare equamente nella guaina stessa.

La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser e comunque saranno accettati spostamenti relativi sulla pendenza di progetto non maggiori di circa il 20%.

Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24/11/1984, con D.M. n° 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n° 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia.

Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

## **6. ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE**

### **6.1 VERNICIATURE**

Tutte le tubazioni, gli staffaggi, le carpenterie in acciaio se non zincate, devono essere verniciate con due mani di antiruggine, di differente colore previa spazzolatura e pulizia delle superfici.

Le tubazioni e gli staffaggi sono verniciate con una mano di primer se zincate e 2 di antiruggine se in acciaio nero, spessore 50 µm e quindi con due mani di smalto oleosintetico a finire nei colori distintivi dei fluidi convogliati.

### **6.2 ETICHETTATURA ED INDIVIDUAZIONE COMPONENTI**

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, l'Appaltatore deve individuare ed etichettare tutte le apparecchiature ed i circuiti degli impianti eseguiti, quali:

- 1) Quadri elettrici
- 2) Trasformatori
- 3) Ventilatori
- 4) Pompe
- 5) Aerotermi
- 6) Cavi
- 7) Canali
- 8) Valvolame
- 9) Altre apparecchiature la cui identificazione risulti utile

Per ciascuno degli elementi sopra citati si rimanda alla descrizione specifica per le indicazioni sull'etichettatura.

Qualora non specificato, valgono le seguenti prescrizioni:

- Targhette in alluminio serigrafato, di dimensioni 120x60 mm, con scritte nere, installate sui componenti a mezzo di viti, collari o catenelle, in posizione ben visibile
- Indicazione chiara delle posizioni che dovranno assumere le valvole, gli interruttori, i selettori, etc.
- Individuazione di tutti i circuiti idraulici ed elettrici, a mezzo di etichette adesive colorate, dim. 150x50 riportanti il nome del circuito

## **6.3 MATERIALI PER OPERE METALLICHE**

### **6.3.1 MATERIALI FERROSI**

Devono essere esenti da scorie, solfature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi devono soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 pubblicato sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 29 del 4 Febbraio 2008.

In particolare:

- Gli acciai laminati a caldo, in profilati, barre, piatti, lamiere, profilati cavi, devono essere del tipo S 275 JR e S355 JR.
- Gli acciai per C.A. devono essere del tipo B 450C controllati in stabilimento

### **6.3.2 CARPENTERIE IN ACCIAIO**

#### **Generalità**

L'Impresa tenuta all'osservanza della legge 5 novembre n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso ed a struttura metallica" nonché delle norme tecniche per le costruzioni previste nel D.M. 14 Gennaio 2008.

Non saranno ammessi fori e taglio con mezzi termici.

Saranno asportate tutte le sbavature e gli spigoli taglienti mediante molatura.

Saranno effettuati montaggi provvisori in officina per quanto necessario ad assicurare un corretto ed agevole montaggio in opera.

Tutte le opere metalliche sono date in opera con due mani di vernice antiruggine.

Qualora venisse prescritta la zincatura degli elementi metallici, questa deve essere eseguita a caldo secondo le norme UNI 5744/66.

#### **Profilati, piatti lamiere**

Saranno impiegati esclusivamente prodotti in acciaio tipo S275/S355 "qualificati", marcati in modo inalterabile nel tempo secondo D.M. 14 Gennaio 2008 – tabella 11.3 IX.

Sarà fornita la documentazione di qualificazione come da D.M. 14 Gennaio 2008 – capitolo 11.

La D.L. potrà ordinare controlli in cantiere per gli acciai qualificati: se il risultato sarà favorevole all'Assuntore le spese relative gli saranno rimborsate.

Dimensioni, tolleranze e prove: secondo le relative norme UNI.

Caratteristiche meccaniche dei profilati aperti: secondo tabella 11.3 IX del D.M. succitato.

Caratteristiche meccaniche dei profilati cavi: secondo tabella 11.3 X del D.M. succitato.

Composizione chimica degli acciai per strutture saldate: secondo punto 11.3.4.1 del D.M. suddetto.

Profilati in acciaio formati a freddo secondo CNR UNI 10022-85 ed UNI 7344/85.

Lamiere, larghi piatti in acciaio laminati a caldo tipo S235/S275/S355 per strutture saldate: secondo D.M. 14 Gennaio 2008 punto 2.1.

Dimensioni, tolleranze e prove: secondo relative norme UNI.

#### **Accessori**

Bulloni in acciaio inox AISI 304 secondo UNI EN ISO 4014, 4017, 4032, 4033, 7089.

Bulloni ad alta resistenza vite 8.8 e dado 8, secondo D.M. 14 Gennaio 2008 punto 11.3.4.0.1.

Bulloni per giunzioni ad attrito: secondo D.M. 14 Gennaio 2008 punto 11.3.4.6.2.

Bulloni, dadi e rosette per giunzioni ad attrito con impresso il marchio di fabbrica e la classificazione secondo UNI EN 14399-1.

Elettrodi per saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti: secondo UNI 5132-74 e secondo D.M. 14 Gennaio 2008 punti 4.2.1.2.

#### **Saldature**

Si premette che è fatto divieto di eseguire saldature senza il preventivo benestare della D.L.

Qualora la D.L. ammetta l'impiego di saldature in opera, queste saranno eseguite come segue.

Tutte le saldature saranno eseguite in conformità con quanto disposto dal D.M. 14 Gennaio 2008, punti 4.2 e 8.2, dalle norme.

Per le saldature con elettrodi rivestiti impiegare saldatori che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalla UNI 4634-60.

Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di particelle eterogenee, soffiature per bolle gas, incollature per sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punture di spillo, tracce di ossidazione ed altra irregolarità e difetti.

I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccesso di corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

### **Bullonature**

Tutti i collegamenti bullonati saranno effettuati in conformità con quanto disposto dal D.M. 14 Gennaio 2008, punto 4.2.8.1, impiegando bulloni con un diametro minimo di 12 mm., salvo quanto indicato nelle tavole di progetto.

I fori saranno eseguiti rispettando le prescrizioni della norma D.M. 14 Gennaio 2008.

I dadi dovranno essere avvitati con chiavi dinamometriche tarate per ciascun diametro di bullone.

L'uso di chiavi fisse di adeguata lunghezza è consentito solo se autorizzato dalla Direzione del Progetto.

Non sarà mai concesso l'uso di chiavi fisse con prolunga ottenuta con tubi o altro.

Non sarà ammessa, durante il montaggio, l'asolatura ottenuta col cannello, di fori non combacianti per errato tracciamento.

I bulloni necessari all'assemblaggio delle varie parti dovranno potersi infilare senza difficoltà e dovranno pervenire in cantiere in appositi contenitori.

### **Zincatura**

Il sistema di protezione dovrà essere eseguito nel modo seguente:

- Preparazione
- Zincatura per immersione a caldo secondo SS UNI E 14.07.000.0

Quantità minima di zinco:

- 500 g/mq per profilati, tubi, piatti, ecc.
- 375 g/mq per dadi e bulloni

Lo zinco da impiegare nel bagno dovrà essere almeno di qualità Zn 99,9 secondo UNI 2013.

Lo strato di zinco dovrà presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie ed analoghi difetti. Esso dovrà aderire tenacemente alla superficie del metallo base. Il controllo sarà effettuato in base alla CEI 7-6.

Sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si dovranno effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo utensile ad eccezione della filettatura dei dadi.

Dopo la zincatura i dadi dovranno potersi avvitare agevolmente ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non dovranno avere subito deformazioni od alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche.

## **7. NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI**

La manodopera sarà valutata ad ore e gli arrotondamenti in eccesso o in difetto alle mezze ore.

Il noleggio di impianti e attrezzature fisse sarà valutato a giornata, mentre il noleggio di apparecchiature e mezzi d'opera mobili, compreso i mezzi di trasporto, sarà valutato per il tempo effettivamente messo in funzione ed operante, ed il prezzo comprenderà anche la remunerazione dell'operatore.

L'Appaltatore è tenuto ad avvisare la Direzione dei lavori quando, per il progredire dei lavori, non risultino più accertabili le misure delle opere eseguite.

Le singole lavorazioni verranno misurate utilizzando le unità di misura definite nell'Elenco Descrittivo delle Voci ovvero nell'Elenco Prezzi Unitari.

I lavori previsti nel progetto allegato al presente contratto saranno valutati con i prezzi di contratto.

Eventuali varianti, anche per le opere a corpo, saranno valutate a misura utilizzando i prezzi unitari di contratto, se esistenti, oppure tramite la formazione di nuovi prezzi a norma dell'articolo 163 del DPR 207/2010.

L'Impresa, prima dell'inizio di eventuali lavori in economia, dovrà presentare alla DL l'elenco degli operai utilizzati e le relative qualifiche che dovranno a richiesta essere attestate da documenti rilasciati da istituti autorizzati.

Alla fine di ogni giornata lavorativa l'Appaltatore è tenuto a presentare alla DL il rendiconto ove siano indicati gli operai, i lavori eseguiti le macchine utilizzate ed il numero di ore impiegate.

Per la manodopera (se non espressamente indicata in fase di offerta), eventuali materiali, noli o altre somministrazioni in economia si farà riferimento, ove possibile ai prezzi della C.C.I.A.A. in vigore alla data dell'offerta soggetti a tutte le condizioni contrattuali.

## 8. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI

Qualora comprese tra gli oneri dell'Appaltatore e/o nelle voci di elenco prezzi e/o nel computo metrico, le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti comprendono le seguenti prestazioni:

- Scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti
- Apertura e chiusura di tracce (fondo grezzo realizzato in calcestruzzo tale da garantire uno spessore massimo per il ripristino al fino di 2 mm), predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato (eventuali interventi su strutture portanti dovranno essere preventivamente concordate ed autorizzate dalla DL).
- Muratura di scatole, cassette, sportelli ecc.
- Chiusura di tracce/fori/scatole derivate dalla demolizione di impianti esistenti
- Fori passanti e fori per ricavo di nicchie e sottopassi su qualsiasi tipo di muratura (mattoni, sasso, cartongesso, cls, legno, etc.) e/o pavimentazione e/o solai, compreso eventuale taglio di reti metalliche
- Smantellamento/spostamento/taglio/demolizione di controsoffitti a pannelli e/o doghe
- Finiture a mano
- Stuccature
- Opere murarie particolari, rese necessarie per la posa delle tubazioni e/o cassette su pareti e/o pavimenti durante l'esecuzione delle stesse, come pure per la predisposizione dei locali, dei passaggi, e di quanto altro necessario per il successivo posizionamento delle macchine e/o attrezzature specifiche, previste per il completamento degli impianti e/o di fornitura di terzi e/o dell'amministrazione appaltante
- Fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti
- Formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie
- Mano d'opera e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni
- I materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra
- Il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni
- Scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate
- Ponteggi ed apprestamenti di servizio e/o di sicurezza interni ed esterni
- Ripristino di compartimentazioni con chiusura di fori di passaggio, di canalizzazioni e/o tubazioni, mediante specifici prodotti quali malte, sacchetti tagliafiama, "gate" componibili, etc.

## 9. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE

I materiali e i componenti devono essere della migliore qualità e devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale e dell'insieme degli altri elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Qualora nel corso dei lavori la normativa tecnica fosse oggetto di revisione, l'Impresa è tenuta a darne immediato avviso alla DL e a concordare quindi le eventuali modifiche per l'adeguamento degli impianti alle nuove prescrizioni.

Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE.

Si vieta all'Impresa di eseguire un'opera senza aver precedentemente consegnato alla DL la documentazione del progetto costruttivo ed ottenuto la relativa approvazione formale.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere o comunque prima della relativa contabilizzazione dovranno essere approvati dalla DL/SA.

L'accettazione dei materiali e dei componenti, da parte della DL, è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

## **9.1 CAMPIONI DI MATERIALI E DI TIPOLOGIE ESECUTIVE**

Costituisce onere della Ditta presentare, su richiesta della DL o già in sede di gara (se prescritto nel relativo bando), i modelli campione relativi alle principali apparecchiature ritenute significative. Il campione andrà depositato con le modalità e nei luoghi che saranno indicati in corso d'opera.

Ciascun campione dovrà essere dotato di apposita etichetta sulla quale sarà specificato il nome della Ditta ed il codice di EPU al quale il campione corrisponde.

A corredo del campione la Ditta dovrà inoltre fornire i relativi cataloghi e specifiche tecniche, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali dello stesso.

In aggiunta, la Ditta è tenuta all'esecuzione di campionature relative a stanze tipo complete di tutti gli impianti terminali.

## **9.2 SISTEMA DI GARANZIA DELLA QUALITÀ**

Le apparecchiature oggetto di questa specifica dovranno essere costruite applicando un sistema di qualità conforme alle norme UNI EN 9001.

Il Costruttore di ciascuna apparecchiatura dovrà presentare, tramite l'Appaltatore, la certificazione del proprio Sistema Qualità emessa da un Ente riconosciuto.

Su richiesta del Committente, o di suo rappresentante, dovrà essere consultabile il Manuale della Qualità aziendale.

Il Committente si riserva la facoltà di accedere direttamente, o con proprio rappresentante, alle officine del Costruttore in qualsiasi momento del processo di fornitura.

## **9.3 ELENCO PRINCIPALI SUBFORNITORI**

Presso il Costruttore dovrà essere consultabile l'elenco dei principali subfornitori dei materiali utilizzati nella costruzione dell'apparecchiatura.

In particolari casi, dettagliati nel progetto o in sede di approvazione materiali, tale elenco dovrà essere consegnato al Committente o ad un suo rappresentante.

## **9.4 GARANZIA**

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'Appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal Consorzio prima che il certificato di collaudo, trascorsi due anni dalla sua emissione, assuma carattere definitivo. Dovrà essere garantita la buona qualità e costruzione dei materiali; si dovranno sostituire o riparare durante il periodo sopraccitato gratuitamente nel più breve tempo possibile quelle parti che per cattiva qualità di materiale, per difetto di lavorazione o per imperfetto montaggio in officina fossero difettose.



Qualsiasi intervento manutentivo straordinario dovrà essere eseguito presso le officine del costruttore oppure sul luogo di installazione da personale dell'azienda costruttrice o da questa delegato per iscritto. In caso di contestazione, l'onere della dimostrazione dell'assenza di difetti ricade sull'Appaltatore, che potrà a sua volta rivalersi sul Costruttore.

## 10. VERIFICHE E PROVE

Per ciascuna certificazione di verifica e prova dovranno essere indicati almeno:

- Data e ora
- Operatore/i (con relativa qualifica)
- Condizioni ambientali
- Procedura utilizzata
- Norma tecnica di riferimento
- Strumentazione impiegata (con copia del certificato di taratura)
- Valori misurati (con relativa incertezza)
- Eventuali valori limite ammessi
- Ogni altra indicazione utile (ad esempio una planimetria schematica rappresentativa, rapporti di primo avviamento rilasciati dai costruttori etc...)

### 10.1 PROVE DI TIPO, DI ACCETTAZIONE E RELATIVE CERTIFICAZIONI

Le apparecchiature elencate nel presente Capitolato dovranno essere sottoposte alle prove di tipo richieste dalla normativa di prodotto.

All'atto della presentazione dei materiali per approvazione, e in ogni caso prima dell'approvazione stessa, l'Appaltatore dovrà dare evidenza dell'avvenuta esecuzione, da parte del Costruttore, delle suddette prove di tipo o speciali su apparecchiature aventi caratteristiche analoghe a quelle oggetto della fornitura.

La ripetizione di alcune di queste prove di tipo sulle apparecchiature in fornitura potrà essere richiesta in opzione e sarà oggetto di accordo specifico con l'Appaltatore.

A titolo d'esempio, sono indicate alcune delle operazioni da eseguire senza con questo escludere l'obbligo della Ditta installatrice di effettuarne altre che si rendessero necessarie.

#### 10.1.1 CAVI BT

Dovranno essere realizzate le prove di tipo richieste dalle normative di riferimento per i cavi BT, quali ad esempio:

- CEI 20-22 Metodi di prova comuni per cavi in condizione d'incendio
- CEI 20-35/1-2: Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato

Nel caso di cavi bt con caratteristiche di resistenza al fuoco, sono da prevedere prove secondo le norme:

- IEC 60331 "Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity".
- EN 50200 – Method of test for resistance to fire of unprotected small cables for use in emergency circuits
- EN 50362 - Method of test for resistance to fire of larger unprotected power and control cables for use in emergency circuits

Inoltre, nel caso di cavi CPR in rapporto alla necessarie marchiatura CE e della definizione della classe di reazione al fuoco (con relativi Eurocodici) sono da prevedere alcune delle seguenti prove:

- EN 50399 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati
- EN 60332-1-2 Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio – Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata (Parametri CPR: s1 /s2 /s3) e (Parametri CPR: d0 /d1 /d2)
- EN 61034-2 Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni. (Parametri CPR: s1a /s1b)
- EN 60754-2 Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi - Parte 2: Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività (Parametri CPR: a1 /a2 /a3)

### 10.1.2 CANALIZZAZIONI

Dovranno essere realizzate le prove di tipo richieste dalle normative di riferimento per i canali, quali ad esempio:

- Verifiche del package delle canalette porta-cavi, mensole, profili e piastre di sostegno
- Test di carico canalizzazioni - conformemente alla norma CEI EN 61537 Ed. 2.
- Test di carico sistemi di supporto - conformemente alla norma CEI EN 61537 Ed. 2.
- Verifica ancoraggi

### 10.2 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

Esse consistono in prove e verifiche eseguite dalla DL in contraddittorio con la Ditta. Esse saranno effettuate durante l'esecuzione dei lavori in cantiere, in officina o eventualmente presso laboratori universitari o appartenenti al sistema SIL.

In particolare saranno oggetto di prove di accettazione in officina (del costruttore o della Ditta) o presso laboratori certificati componenti di impianto "prefabbricati" quali quadri elettrici, trasformatori, gruppi di continuità, gruppi elettrogeni, apparecchi illuminanti, cavi, canalizzazioni, ecc... . Lo scopo delle prove consiste nel verificare che le apparecchiature corrispondano alle prescrizioni tecniche di progetto e/o di contratto.

In cantiere saranno in particolare eseguite le verifiche prescritte dalla normativa tecnica (vedi ad esempio CEI 64-8, CEI 64-14, CEI 99-2) relativamente agli impianti completi o a parte di essi. Tali verifiche dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge ed alla normativa tecnica sia per quanto concerne gli aspetti costruttivi dei materiali sia per le loro modalità di installazione.

L'Appaltatore deve mettere a disposizione della DL sia il personale sia le apparecchiature necessarie per lo svolgimento delle prove.

Gli oneri sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature.

Relativamente a ciascuna prova ed ai relativi risultati l'Appaltatore dovrà compilare regolare verbale su appositi moduli da sottoporre a preventiva approvazione.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute comunque necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative ai materiali impiegati od all'esecuzione, prescriverà con appositi ordini di servizio i lavori che l'impresa dovrà eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche e prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redigerà il certificato di ultimazione dei lavori facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

Le prove che comportino la messa in tensione degli impianti saranno effettuate solo dopo il positivo esito dei controlli preliminari da eseguirsi su tutte le parti di impianto e dopo che siano stati messi in atto tutti gli accorgimenti per garantire la sicurezza di persone e cose.

In caso d'installazione di apparecchiature specifiche (trasformatori, UPS, gruppi elettrogeni, gruppi termici gruppi frigo UTA, ...) la DL lavori si riserva la facoltà di scegliere le prove da effettuare alla presenza di tecnici della Ditta e dell'azienda produttrice del macchinario. Tali prove, qualora richiedano strumentazione e modalità di verifica specifica, saranno eventualmente eseguite presso l'officina del fornitore

A titolo d'esempio, sono indicate alcune delle operazioni da eseguire senza con questo escludere l'obbligo della Ditta installatrice di effettuarne altre che si rendessero necessarie.

#### 10.2.1 IMPIANTI ELETTRICI

Dovranno essere di norma effettuati i seguenti controlli sugli impianti eseguiti:

- Esame a vista comprendente:
  - Verifica qualitativa e quantitativa di conformità con i documenti di progetto ed eventuali varianti
  - Verifica dell'idoneità dei componenti all'ambiente di installazione
  - Verifica dell'esistenza di adeguate protezioni contro i contatti diretti
  - Verifica in merito ai codici colori utilizzati nei conduttori e loro connessioni
  - Verifica della marcatura, della etichettatura e delle targhe delle apparecchiature
  - Verifica della cartellonistica
- Misura della resistenza di isolamento

- Misura della variazione di tensione da vuoto a carico
- Verifica delle continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali
- Misura della resistenza di terra
- Misura dell'impedenza dell'anello di guasto
- Verifica della sfilabilità dei conduttori
- Controllo del coordinamento e dell'intervento delle protezioni
- Verifica della protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- Prova d'intervento degli interruttori differenziali
- Prova del senso ciclico delle fasi e di polarità
- Controllo dello squilibrio fra le correnti di fase
- Prove funzionali di tutti i componenti dell'impianto ed in particolare per quanto riguarda comandi e sezionamenti di emergenza
- Prove funzionali di tutti i componenti principali (CPS, UPS, gruppi elettrogeni, soccorritori, ecc.)
- Verifica dei dispositivi di controllo isolamento nei locali medici
- Misura della corrente di guasto a terra a valle del trasformatore di isolamento nei locali medici
- Misura della resistenza del collegamento al nodo equipotenziale nei locali medici
- Misura della resistenza verso terra delle parti metalliche nei locali medici
- Misura della resistenza del pavimento conduttore, ove presente, nei locali medici
- Misure di illuminamento secondo le prescrizioni di legge
- Verifiche funzionali degli impianti speciali
- Prove di estrazione dei tasselli di fissaggio degli impianti delle canalizzazioni alla muratura
- Prove di estrazione dei tasselli di fissaggio degli impianti (es. TVcc) alla muratura.

### 10.2.2 QUADRI BT

Salvo quanto indicato in documenti specifici, sui quadri elettrici saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione della struttura e degli accessori
- Targa generale del quadro o del condotto sbarre
- Targhettatura dei pannelli di alimentazione e dei servizi, congruenza delle diciture con i documenti di progetto
- Messa a terra del quadro
- Continuità della barra di terra interna al quadro, serraggio dei bulloni relativi, connessioni alla barra di terra, collegamenti di parti fisse e mobili
- Messa a terra dei secondari dei riduttori di misura e dei trasformatori ausiliari (se previsto)
- Messa a terra delle armature e degli schermi di tutti i cavi collegati al quadro
- Corretta esecuzione del collegamento a terra del neutro del trasformatore di alimentazione e della barra di terra del quadro
- Funzionamento dell'eventuale impianto riscaldamento anticondensa, dei relativi organi di protezione e comando e dell'eventuale impianto di illuminazione degli scomparti
- Impianto alimentazione e distribuzione tensioni per servizi ausiliari di comando, controllo e relativi organi di protezione
- Rispondenza delle fasi
- Presenza di polvere o altri materiali estranei all'interno del quadro
- Taratura dei relè di protezione in base ai documenti di progetto
- Rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura
- Serraggio delle bullonature e delle derivazioni
- Meccanismi di inserzione ed estrazione dei complessi estraibili e di tutti i relativi sistemi di blocco, sia meccanici sia a chiave, verificando contemporaneamente lo stato della eventuale lubrificazione e l'allineamento delle relative pinze di contatto
- Tenuta degli sportelli di chiusura in accordo con il grado di protezione richiesto
- Polarità delle connessioni dei secondari dei riduttori, nel caso di collegamento a relè di protezione o misura il cui funzionamento sia legato ad un corretto collegamento delle fasi
- Collegamenti dei cavi di potenza e di comando dal punto di vista elettrico e meccanico, terminazioni ed ancoraggi, contrassegni, qualità e serraggio dei capicorda
- Etichettatura di tutti i componenti dei circuiti interni ed esterni al quadro

- Stato delle connessioni e delle terminazioni dei cavi presso tutti gli organi di comando e supervisione esterni al quadro

Inoltre saranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Misura della resistenza di isolamento della/e linea/e di alimentazione al quadro e dei relativi cavi ausiliari
- Misura della resistenza di isolamento delle barre, inclusa quella del neutro
- Misura della resistenza di isolamento di tutti i circuiti ausiliari
- Misura della resistenza di isolamento degli interruttori di alimentazione
- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando e segnalazione
- Prova dei circuiti di protezione, simulando i relativi interventi
- Controllo del funzionamento (applicando tensione e rilevando i relativi tempi di intervento) di tutti gli eventuali relè a tempo, effettuandone la taratura
- Controllo della rispondenza della sequenza delle fasi nei quadri a sistemi di barre multipli
- Controllo dell'efficienza di tutti i sistemi di segnalazione e misura entrati in servizio

### 10.2.3 CAVI ELETTRICI DI BT

Per i cavi di BT si prevede l'esecuzione di opportune prove di sfilabilità, prendendo in esame un tratto di tubo compreso tra due cassette successive ed estraendo un cavo in esso contenuto. Si controlla quindi che il cavo si sia potuto estrarre con facilità e che, ad estrazione avvenuta, non si siano prodotti danni al rivestimento protettivo. Per la prova saranno scelti tratti non rettilinei.

Sarà inoltre eseguita la verifica della resistenza di isolamento per i vari circuiti dell'impianto. Tali prove saranno effettuate con tensione di circa 250 V, per verifiche su parti di impianto con tensione nominale inferiore o uguale a 50 V, e con tensione di circa 500 V su parti di impianto con tensione nominale fino a 500 V.

Le verifiche della resistenza di isolamento andranno effettuate:

- Fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse
- Fra ogni conduttore di fase e la terra
- Per tutte le parti di impianto comprese fra due organi di sezionamento successivi, e per quelle poste a valle dell'ultimo organo di sezionamento

### 10.2.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Salvo quanto indicato in documenti specifici, saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Corretta installazione su ogni apparecchiatura degli organi di serraggio di coperchi e chiusure e degli organi di ancoraggio e/o sospensione
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione
- Qualità delle connessioni elettriche dal punto di vista meccanico ed elettrico.
- Corretta connessione a terra delle apparecchiature
- Perfetto bloccaggio delle connessioni agli apparecchi attuate con presa/spina
- Corretta contrassegnatura dei conduttori
- Corretta siglatura degli apparecchi illuminanti di sicurezza e di segnaletica
- Verifica negli organi di comando unipolari che l'interruzione sia operata sul conduttore di fase
- Taratura degli organi di protezione di ogni circuito in base ai documenti di progetto

Inoltre verranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando ed ausiliari sia locali sia remoti
- Misura del valore della tensione disponibile ai morsetti della lampada più lontana in concomitanza con il valore della tensione di rete
- Controllo nei sistemi di distribuzione polifasi, dell'equilibrio dei carichi sulle fasi a piena potenza ed eventuale correzione in caso di squilibri
- Misura di illuminamento, del fattore di contrasto nei punti caratteristici dei diversi ambienti; le prove saranno eseguite in ore notturne con luxmetro certificato, a circa 0,85 m di altezza (o sul piano di lavoro/compito) in un punto baricentrico e significativo delle aree analizzate, possibilmente non influenzato da altre sorgenti luminose
- Misura di luminanza nelle gallerie, dell'uniformità e del TI; le prove saranno eseguite in ore notturne con luminanzometro e luxmetro certificato, secondo le indicazioni della norma UNI 11095

- Misura di luminanza nelle strade, dell'uniformità e del TI; le prove saranno eseguite in ore notturne con luminanzometro e luxmetro certificato, secondo le indicazioni della norma UNI EN 13201-4

### 10.3 AVVIAMENTO E MESSA A PUNTO DEGLI IMPIANTI

A lavori ultimati avrà inizio un periodo di messa in esercizio e regolazione degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore dovrà provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto delle installazioni. Durante tali prove gli impianti saranno gestiti dal personale dell'Appaltatore che dovrà assicurare la necessaria manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali e prodotti di consumo. Nello stesso periodo, per richiesta della Committente, il personale dell'Appaltatore potrà essere affiancato da personale della Committente che dovrà essere istruito alla gestione degli impianti dall'Appaltatore.

Al termine del periodo sopra descritto, su notifica dell'Appaltatore, la Committente predisporrà, nei termini del programma generale, il collaudo provvisorio; esso potrà essere effettuato soltanto se gli impianti saranno ultimati e, a giudizio della DL, in condizioni tali da consentire una completa valutazione delle installazioni.

E' a carico della Ditta installatrice la messa a punto di tutte le apparecchiature di regolazione automatica e di eventuali software di gestione degli impianti, in modo da consegnarle perfettamente funzionanti e rispondenti alle funzioni cui esse sono destinate.

La messa a punto dovrà essere eseguita, prima del collaudo provvisorio da personale specializzato, inviato dalla casa costruttrice della strumentazione, rimanendo però la Ditta installatrice unica responsabile di fronte alla Committente.

Per le operazioni di taratura dovrà essere redatto un verbale: la mancanza di detto verbale comporterà, di fatto, il mancato svincolo della trattenuta di garanzia operata nel corso dei lavori.

In particolare, a fine lavori, la Ditta dovrà consegnare una raccolta con la descrizione dettagliata di tutte le apparecchiature di regolazione, gli schemi funzionali, le istruzioni per la messa a punto e la taratura.

Gli oneri per la messa a punto e taratura dell'impianto di regolazione e per la predisposizione degli schemi e istruzioni s'intendono compresi nei prezzi contrattuali e per questi, non potrà essere richiesto nessun maggior costo.

Si precisa che le indicazioni riguardanti la regolazione fornite dalla Committente possono anche non comprendere tutti i componenti necessari alla realizzazione della regolazione automatica, ma resta però inteso che la Ditta esecutrice, nel rispetto della logica e funzionalità richiesta, deve comprendere nel prezzo della propria offerta e della propria fornitura tutti i componenti, anche se non esplicitamente indicati negli schemi e tavole di progetto, necessari per fornire completa e perfettamente funzionante la regolazione automatica.

Tutte le apparecchiature di regolazione si intendono fornite in opera, e complete, dei collegamenti elettrici necessari al loro funzionamento.

### 10.4 VERIFICHE E PROVE FINALI

Al termine dei lavori, come tale determinato dalla DL, l'Appaltatore richiederà che sia dato atto dell'avvenuta ultimazione delle opere appaltate; entro trenta giorni naturali da questa data il Direttore dei Lavori procederà, in contraddittorio con l'Appaltatore, alle verifiche e prove finali delle opere compiute. Tali verifiche sono intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali ed il rispetto delle prescrizioni impartite in seguito all'esito delle prove preliminari.

I risultati delle verifiche saranno verbalizzati e saranno evidenziati eventuali difetti di costruzione che l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminare entro un termine da lui ritenuto adeguato.

In sede di verifiche e prove finali, l'Appaltatore dovrà presentare tutta la documentazione tecnica aggiornata al "come costruito", nonché le attestazioni delle avvenute denunce e/o collaudi da parte degli enti aventi giurisdizione.

Il favorevole esito delle verifiche e prove finali costituirà soltanto la prova della generica buona esecuzione o del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte dal Capitolato, né della perfetta esecuzione e/o del regolare ed ineccepibile funzionamento.

Se i risultati saranno positivi, salvo aspetti di dettaglio secondari e non funzionali, verrà rilasciato il certificato di ultimazione dei lavori nel quale, eventualmente, si potranno prescrivere piccole lavorazioni ancora mancanti definendone anche i tempi di effettuazione.

Le verifiche finali si possono suddividere in due parti:

- Esami a vista: avvalendosi della documentazione "come costruito" accertano che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza
- Prove e misure: accertano la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore

Tali verifiche e prove saranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dall'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di contratto.

Si intende che nonostante l'esito favorevole delle prove, l'Appaltatore resta responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino al collaudo definitivo e fino alla scadenza dei termini di garanzia.

## **10.5 COLLAUDO FINALE**

Nei termini previsti dal Capitolato Speciale "Prescrizioni generali" saranno effettuati i collaudi finali, che dovranno certificare la perfetta rispondenza delle opere e delle installazioni alle richieste contrattuali.

A tal fine la Committente nominerà uno o più Collaudatori, di norma professionisti diversi sia dal Progettista, sia dal Direttore dei Lavori ed esperti nello specifico settore dei lavori commessi ad ogni Appaltatore e ne comunicherà il nominativo alle controparti. Qualora qualche esame, o prova, non desse risultato soddisfacente a giudizio del Collaudatore, l'Appaltatore dovrà provvedere, entro 30 giorni naturali o nel periodo che sarà concordato, a tutte le modifiche e sostituzioni necessarie per superare il collaudo e ciò senza alcuna remunerazione.

Se i risultati ottenuti non fossero ancora accettabili, la Committente potrà rifiutare le opere o gli impianti, in parte o nella loro totalità.

L'Appaltatore dovrà allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti dal Collaudatore, alle rimozioni e sostituzioni delle opere e dei materiali non accettati per ottenere i risultati richiesti.

La Committente provvederà direttamente ad effettuare i lavori, qualora questo periodo trascorresse infruttuosamente, addebitandone i costi all'Appaltatore.

Sino al collaudo finale delle opere e degli impianti da parte della Committente, l'Appaltatore curerà ed effettuerà la gratuita manutenzione delle proprie opere o impianti anche nel caso in cui la loro conduzione sia affidata a personale incaricato dalla Committente, che dovrà in ogni caso essere informata delle eventuali modifiche o sostituzioni realizzate.

La Committente si riserva il diritto di prendere in consegna anche parzialmente alcune parti delle opere o degli impianti, senza che l'Appaltatore possa pretendere maggiori compensi.

Il collaudo finale non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità sia di legge sia di garanzia

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e diverrà definitivo dopo due anni. A partire dalla data di emissione del certificato, l'opera si intende consegnata.

## **11. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI**

Per quanto concerne le caratteristiche tecniche e prestazionali di dettaglio dei vari componenti e dei vari impianti previsti per la realizzazione delle opere oggetto del presente progetto si rinvia per semplicità all'Elenco Descrittivo delle Voci.