Comune di Castenaso

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXTGENERATIONEU
PNRR - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

Intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu", sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI - PARTE II

Committente:

Comune di Castenaso
Piazza Bassi, 1, 40055, Castenaso (BO)

Responsabile unico del procedimento:
Ing. Silvia Malaguti

Città di Castenaso

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

Progettista Esecutivo Incaricato e DL generale e Strutture:
Ing. Alessandro Cesanelli
cf: CSN LSN 70S18 A944G

Coordinamento della Sicurezza PSC_CSE
Ing. Enrico Pennisi
cf: PNN NRC 86B17 C265Y

Progetto Definitivo Architettonico e DO edile:
Federico Scagliarini Architetto cf: SCG FRC 71C25 A944M
Cristina Tartari Architetto cf: TRT CST 72P51 A944G

Progetto Definitivo Impianti Meccanici e DO meccanici:
Per. Ind. Davide Guidotti
cf: GDT DVD 88M23 A944G

Progetto Definitivo Impianti Elettrici e Speciali e DO Elettrici e Speciali:
Per.ind. Daniele Franchini
cf: FRN DNL 84D26 G467N

Progetto Prevenzione Incendi e SCIA VVF:
Ing. Alessio Amorati
cf: MRT LSS 75R31 A944B

DIS. n°	Archivio	Data	Aggiornamenti	Disegni scala
PE-S-REL-019	233	Luglio 2023 Settembre 2023	R0 R1	-

COMUNE DI CASTENASO (BO)
Intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu"
Sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO)

Committente:
COMUNE DI CASTENASO (BO)

PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI ELETTRICI

Capitolato speciale d'appalto impianti elettrici e speciali - parte II

Sommario

1 Specifiche generali 6

1.1 Descrizione dell'intervento 6
1.2 Prescrizioni tecniche generali 7
1.3 Leggi, normative e vincoli da rispettare 7
1.4 Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) 10
1.5 Classificazione dei luoghi e degli impianti 10

2 Disposizioni riguardanti l'appalto 11

2.1 Modi di esecuzione dei lavori 11
2.2 Opere e somministrazioni comprese nell'offerta 11
2.3 Prescrizioni varie 13
2.4 Disciplina del cantiere ed obblighi generali dell'appaltatore 13
2.5 Documentazione finale 14

2.5.1 Verifiche in corso d'opera 14
2.5.2 Verifica provvisoria e consegna degli impianti 14
2.5.3 Verifiche al termine delle opere 15
2.5.4 Prove di collaudo di apparecchiature e componenti di impianto 16

3 Caratteristiche tecniche generali degli impianti 17

3.1 Protezione delle condutture elettriche 17
3.2 Protezione di circuiti particolari 17
3.3 Protezione contro i contatti diretti 17

3.3.1 Sistemi di I categoria 17

3.4 Elementi di un impianto di terra 18
3.5 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti 20
3.6 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione 20

3.6.1 Coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. 20
3.6.2 Coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. 21

3.7 Protezioni contro i contatti indiretti in ambienti pericolosi 21
3.8 Sistemi di protezione particolari contro i contatti indiretti 21
3.9 Prescrizioni particolari per locali da bagno 21

3.9.1 Collegamento equipotenziale nei locali da bagno 22
3.9.2 Condutture elettriche nei locali da bagno 22
3.9.3 Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno 22
3.9.4 Alimentazione nei locali da bagno 22

3.10 Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio 23
3.11 Cavi e conduttori 24

3.11.1 Conduttori e connessioni per sistemi di categoria I 24

3.12 Prescrizioni riguardanti i conduttori 25

3.12.1 Densità massima di corrente 25
3.12.2 Sezione minima dei conduttori neutri: 25
3.12.3 Sezione dei conduttori di terra e protezione: 25
3.12.4 Propagazione del fuoco lungo i cavi. 25
3.12.5 Provvedimenti contro il fumo. 26
3.12.6 Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi. 26
3.12.7 Modalità di esecuzione delle condutture. 26

3.13 Elementi di percorso, canalizzazioni e cassette di derivazione 26
3.13.1 Canalizzazioni interrate 28
3.13.1 Tubazioni per le costruzioni prefabbricate 29
3.13.2 Canalizzazioni incassate 29
3.13.3 Tubazioni a vista in pvc 30
3.13.4 Tubazioni a vista metalliche 31
3.13.5 Distribuzione in canale metallico 32
3.13.6 Distribuzione in canale di PVC 33
3.13.7 Scatole e cassette di derivazione 33
3.13.8 Morsetti e connessioni 34
3.14 Modalità di posa 35
3.14.1 Posa di cavi elettrici isolati, sottoguaina, interrati 35
3.14.2 Posa aerea dei cavi elettrici isolati, non sotto guaina o di conduttori elettrici nudi 35
3.14.3 Posa aerea di cavi elettrici isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti 35
3.14.4 Posa di cavi elettrici, isolati, sottoguaina, in cunicoli praticabili 36
3.14.5 Posa di cavi elettrici, isolati, sottoguaina, in tubazioni interrate o non interrate, od in cunicoli non praticabili 36
3.14.6 Posa di cavi elettrici, isolati, sottoguaina, in controsoffitto o pavimento galleggiante 36
3.14.7 Barriere per prevenire la propagazione degli incendi 37
3.15 Impianti elettrici di comando asserviti agli impianti tecnologici 37
3.16 Quote di installazione apparecchiature 37
4 Caratteristiche tecniche specifiche degli impianti e dei materiali 38
4.1 Generalità 38
4.2 Quadri elettrici di BT specifiche generali 38
4.2.1 Riferimenti normativi: 38
4.2.2 Tipologie di quadri elettrici 39
4.2.3 Forme di segregazione 40
4.2.4 Grado di protezione degli involucri 40
4.2.5 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione 40
4.2.6 Targhe 40
4.2.7 Identificazioni 40
4.2.8 Predisposizione per ampliamenti futuri 41
4.2.9 Collaudi 41
4.3 Specifiche particolari per la realizzazione di nuovi quadri elettrici 41
4.3.1 Caratteristiche costruttive comuni 41
4.3.2 Specifiche quadri di zona 43
4.4 Interruttori di bassa tensione tipo scatolato fino a 630 A 44
4.4.1 Caratteristiche elettriche generali: 44
4.4.2 Costruzione 44
4.4.3 Meccanismo di comando 45
4.4.4 Limitazione della corrente, selettività 45
4.4.5 Ausiliari 46
4.4.6 Impatto ambientale 46
4.4.7 Sganciatori 46
4.4.8 Sganciatori magnetotermici (fino a 250 A) 47
4.4.9 Funzioni di controllo 47
4.4.10 Memoria termica 48
4.4.11 Opzioni 48

4.5 Apparecchi di protezione e di manovra modulari ... 48
4.5.1 Riferimenti normativi ... 48
4.5.2 Specifiche tecniche varie ... 49
4.5.3 Interruttori modulari magnetotermici ... 49
4.5.4 Interruttori modulari magnetotermici compatti ... 49
4.5.5 Interruttori magnetotermici-differenziali ... 49
4.5.6 Differenziali componibili per interruttori magnetotermici ... 50
4.5.7 Interruttori differenziali puri ... 50
4.5.8 Interruttori di manovra/sezionatori ... 50
4.5.9 Fusibili e portafusibili modulari ... 51
4.6 Apparecchi accessori ed ausiliari modulari ... 51
4.6.1 Specifiche tecniche varie ... 51
4.6.2 Ausiliari elettrici ... 51
4.6.3 Apparecchi di protezione per utilizzatori ... 52
4.6.4 Strumenti di misura ... 52
4.6.5 Apparecchi di segnalazione ... 53
4.6.6 Apparecchi di programmazione e regolazione ... 53
4.6.7 Apparecchi di comando ... 54
4.7 Linee elettriche indicazioni generali ... 55
4.7.1 Requisiti generali - Riferimenti normativi: ... 55
4.7.2 Cavi con guaina per tensioni nominali U0/U = 300/500, 450/750 e 0,6/1 kV ... 55
4.7.3 Cavi senza guaina per tensione nominale Uo/U = 450/750V ... 56
4.7.4 Cavi resistenti al fuoco ... 57
4.7.5 Comportamento al fuoco - Riferimenti normativi ... 57
4.7.6 Distinzione dei cavi ... 58
4.7.7 Indicazioni di sicurezza ... 58
4.7.8 Condizioni ambientali e di posa ... 58
4.7.9 Portate di corrente ... 58
4.8 Linee elettriche bassa tensione ... 59
4.8.1 Cavi e conduttori per energia ... 59
4.8.2 Conduttore tipo FS17 (CPR) ... 59
4.8.3 Conduttore tipo FG17 (CPR) ... 60
4.8.4 Cavo tipo FROR 450/750V (NO CPR – no edifici) ... 60
4.8.5 Cavo tipo FG16(O)R16 0.6/1 kV (CPR) ... 60
4.8.6 Cavo tipo FG16(O)M16 0.6/1 kV (CPR) ... 61
4.8.7 Cavo tipo FG16OH2M16 0.6/1 kV (CPR) ... 61
4.8.8 Cavo tipo FTG18(O)M16 0.6/1 kV (CPR) ... 61
4.9 Cassette di derivazione e giunzione ... 62
4.9.1 Riferimenti normativi ... 62
4.9.2 Indicazioni per la sicurezza ... 62
4.9.3 Indicazioni di buona tecnica ... 62
4.10 Morsetti ... 63
4.10.1 Riferimenti normativi ... 63
4.10.2 Tipologia di morsetti da prevedere nelle varie condizioni impiantistiche ... 63
4.11 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi ... 63
4.11.1 Riferimenti normativi: ... 63
4.11.2 Indicazioni per la sicurezza ... 63

4.11.3 Indicazioni di buona tecnica 63
4.11.4 Specifiche tecniche varie 63
4.12 Sistemi di passerelle metalliche a filo e loro accessori ad uso portacavi 64
4.12.1 Riferimenti normativi 64
4.12.2 Indicazioni per la sicurezza 65
4.12.3 Tipo di installazione o posa per passerelle 65
4.13 Sistemi di Tubi ed Accessori per installazioni elettriche 65
4.13.1 Riferimenti normativi 65
4.13.2 Tipo di installazione o posa 65
4.13.3 Indicazioni di buona tecnica 65
4.13.4 Specifiche tecniche varie 66
4.13.5 Tipologia di tubi da prevedere nelle varie condizioni impiantistiche 66
4.14 Apparecchiature serie civile da incasso 67
4.14.1 Riferimenti normativi 67
4.14.2 Comandi 67
4.14.3 Prese a spina 68
4.14.4 Prese TV 68
4.14.5 Prese telefono/dati 68
4.14.6 Segnalazioni 68
4.14.7 Apparecchi di protezione 69
4.15 Prese e spine industriali 69
4.15.1 Prese a spina mobili 69
4.15.2 Prese a spina fisse 69
4.15.3 Prese interbloccate fisse per impieghi gravosi 70
4.15.4 Prese interbloccate 70
4.16 Impianto di illuminazione ordinaria 71
4.17 Impianto di illuminazione di sicurezza 72
4.17.1 Apparecchi Autoalimentati 73
4.18 Illuminazione esterna 74
4.18.1 Classificazione illuminotecnica dell’intervento 74
4.18.2 Dati di progetto relativi all'impianto elettrico 74
4.19 Impianto trasmissione dati/Telefonia 74
4.19.1 Cavi in rame per la distribuzione orizzontale 75
4.19.2 Armadi - caratteristiche generali 75
4.19.3 Permutatori e prese 76
4.19.4 Canale per la distribuzione orizzontale e verticale 77
4.19.5 Etichettatura 78
4.19.6 Dorsali in fibra ottica 78
4.19.7 Prese dati in fibra ottica 80
4.20 Certificazioni delle reti e modalità di collaudo 80
4.20.1 Premessa 80
4.20.2 Certificazioni delle prese con cavo in rame UTP CAT.6 81
4.20.3 Certificazioni dorsali in fibra ottica e delle prese in fibra ottica 81
4.20.4 Modalità di collaudo delle prese con cavo in rame UTP di CAT.6 82
4.20.5 Modalità di collaudo delle dorsali e delle prese in fibra ottica 82

4.21 Impianto di segnalazione campanelli e allarme 83
4.22 Sezionamento di emergenza degli impianti 83
4.23 Impianto di RIVELAZIONE INCENDI 84
4.23.1 Logica di funzionamento dell'impianto rivelazione incendi 85
4.24 Impianto Fotovoltaico 85
4.24.1 Pannelli fotovoltaici 86
4.24.2 Inverter fotovoltaici 86
4.25 Impianti elettrici al servizio delle opere meccaniche 87
4.26 Impianto Videocitofonico 87

1 Specifiche generali

1.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento consiste nella realizzazione di un nuovo edificio sede dell'Asilo nido "Piccolo Blu".
La realizzazione dell'opera è suddivisa in N°3 fasi. La presente relazione e gli elaborati di progetto fanno riferimento alla Fase 1 e per la Fase 3 per quanto riguarda l'integrazione dell'illuminazione pubblica.
Il nuovo edificio viene realizzato in prossimità della scuola esistente e solo al termine della costruzione delle nuove aree si procederà alla demolizione dell'edificio esistente.

La presente relazione tecnica ha lo scopo di fornire informazioni in merito alla realizzazione degli impianti elettrici, conformemente alle disposizioni di legge vigenti in materia.
Si elencano di seguito i principali interventi:

- Opere propedeutiche all'esecuzione delle lavorazioni EDILI
- Opere a servizio del punto di connessione rete elettrica (da definire con ENTE DISTRIBUTORE)
- Fornitura e posa Impianto di distribuzione principale e secondaria d'energia (Quadri elettrici, canalizzazioni e alimentazioni)
- Fornitura e posa Impianto illuminazione ordinaria
- Fornitura e posa Impianto illuminazione di sicurezza
- Fornitura e posa di Impianto illuminazione esterna
- Fornitura e posa Impianto F.M.
- Fornitura e posa di impianti di sgancio
- Fornitura e posa Impianti equipotenziali EQP ed EQS
- Fornitura e posa Impianto telefonico
- Fornitura e posa Impianto rete dati
- Fornitura e posa Impianto Videocitofonico
- Fornitura e posa Impianto di rivelazione incendi
- Fornitura e posa Impianto Fotovoltaico
- Fornitura e posa Impianto elettrico a servizio delle installazioni meccaniche.
- Fornitura e posa Impianto di gestione luci
- Fornitura e posa Impianti ausiliari

1.2 Prescrizioni tecniche generali

Gli impianti elettrici e ausiliari dovranno essere realizzati a "regola d'arte" in conformità alla Legge 186/68 ed al DM 37 del 22/01/2008, dovranno essere osservate le disposizioni del presente progetto e della direzione lavori, dovrà essere previsto quant'altro non espressamente specificato ma comunque necessario per consegnare gli impianti tutti perfettamente funzionanti.
Gli apparecchi e i materiali impiegati dovranno risultare adatti all'ambiente nel quale saranno installati, dovranno inoltre resistere a tutte quelle azioni termiche, meccaniche, corrosive o dipendenti dall'umidità di possibile riscontro durante il funzionamento e l'esercizio.
I materiali e le apparecchiature dovranno essere corredati del marchio di qualità IMQ e corrispondenti alle specifiche costruttive delle norme CEI e delle tabelle UNEL, nonché dovranno essere dotate di marcatura CE relativa alla normalizzazione europea.
Gli impianti elettrici e ausiliari dovranno essere progettati e dovranno essere realizzati in conformità alle leggi e normative vigenti alla data del progetto, eventualmente aggiornate in corso d'opera.
L'Appaltatore è l'unico responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate e dovrà pertanto far proprio il progetto rappresentato dalla Committente, verificarne la rispondenza alle norme di legge di cui si elencano quelle principali, e le prescrizioni riportate nel presente capitolato tecnico, nella presente relazione tecnica illustrativa ed in generale nei documenti di progetto allegati.

1.3 Leggi, normative e vincoli da rispettare

Le principali leggi, decreti e circolari ministeriali riguardanti gli impianti elettrici in argomento che dovranno essere rispettate vengono di seguito riportate:

- Legge 01/03/1968 n.186: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici";
- Legge 08/10/1977 n.791: "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.M. 10/04/1984: "Eliminazione dei radiodisturbi";
- Legge 09/01/1989 n.13: "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati";
- D.M. 14/06/1989 n.236: "Prescrizioni tecniche per il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche;
- D.Lgs 19/09/1994 n.626: "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- Direttiva 93/68/CEE, recepita con D.Lgs 626/94 e D.Lgs 277/97: Direttiva Bassa Tensione";
- D.Lgs 19/03/1996 n.242: "Modificazioni ed integrazioni al decreto legislativo 19/09/1994 n.626 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D.M. 12/04/1996: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi";
- D.P.R. 24/07/1996 n.503: "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- D.Lgs 14/08/1996 n.493: "Segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro";
- D.Lgs 12/11/1996 n.615: "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992. Dalla direttiva 93/68/Cee del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993";
- D.Lgs 25/11/1996 n.626: "Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";

- D.Lgs 31/07/1997 n.277: “Modificazione al decreto legislativo 25/11/1996 n.626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”;
- D.P.R 22/10/2001 n.462 Regolamento di semplificazione del procedimento per le denunce di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra e di impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione;
- D.Lgs 12/06/2003 n.233: “Attuazione della direttiva 1999/92 relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive”;
- Lettera-Circolare 22.5.97: ”Impianti elettrici. Legge n. 46/90 – Dichiarazione di conformità e collaudi”.
- D.Lgs 23/06/2003 n.195: “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n.626, per l’individuazione delle capacità e dei requisiti professionali richiesti per gli addetti e i responsabili dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori, a norma dell’articolo 21 della legge 1° marzo 2002, n.39”;
- Legge Regionale n.19 del 29/09/2003 “Norme in materia di riduzione dell’inquinamento luminoso e di risparmio energetico”;
- D.G.R. n.2263 del 29/12/2005 “Direttiva per l’applicazione della Legge Regionale del 29 settembre 2003 n.19, in materia di riduzione dell’inquinamento luminoso e di risparmio energetico”;
- D.M. 22/01/2008 n.37 “Regolamento recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti elettrici all’interno degli edifici”;
- D.Lgs 81/08 del 9/04/2008 – Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 Agosto 2007 n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Legge Regionale Emilia Romagna n.156/08 e successiva delibera n.1366/2011 in materia di efficientamento energetico e dotazioni tecnologiche da fonti rinnovabili per gli edifici di nuova costruzione e per quelli soggetti a ristrutturazioni rilevanti;
- D.Lgs n.28 del 03/03/2011 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- D.P.R. n.151 del 1/08/2011 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- D.M. 07/08/2012 - Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.
- D.G.R. n.1688 del 18/11/2013 “Nuova direttiva per l’applicazione dell'art.2 della Legge Regionale del 29 settembre 2003 n.19, in materia di riduzione dell’inquinamento luminoso e di risparmio energetico”;

Le principali Norme CEI, ed UNI riguardanti gli impianti elettrici in argomento che dovranno essere rispettate vengono di seguito riportate:

- Norma CEI 0-2: “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”.
- Norme del Comitato CEI 3: “Documentazione e segni grafici”;
- Norma CEI 0-14: “Guida all’applicazione del DPR 462/01 relativo alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”.
- Norma CEI 0-21: “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle Imprese distributrici di energia elettrica”;
- Norma CEI 11-17: “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norma CEI 16-1: “Individuazione dei conduttori isolati”;
- Norma CEI 16-4: “Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori”;
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1 Regole generali;

- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2 Quadri di potenza;
- Norma CEI 17-43: "Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)";
- Norma CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare";
- Norme CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- Norma CEI 64-14: "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- Norma CEI 64-50: "Edilizia residenziale- Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici";
- Norma CEI 70-1: "Gradi di protezione degli involucri (Codici IP)";
- Norma CEI 79-2: "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature";
- Norma CEI 79-3: "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiaggressione";
- Norma CEI R079-001: "Guida per conseguire la conformità alle direttive CE per i sistemi di allarme";
- Norme CEI EN 62305 (CEI 81-10): "Valutazione del rischio dovuto al fulmine e scelta delle misure di protezione";
- Norme CEI 81-10/1: Protezione delle strutture contro i fulmini- Principi Generali;
- Norme CEI 81-10/2: Protezione delle strutture contro i fulmini - Valutazione del rischio dovuto ai fulmini.
- Norme CEI 81-10/4: Protezione delle strutture contro i fulmini – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- Norme CEI 103-1/1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16: "Impianti telefonici interni";
- Norme CEI-UNEL 35024;
- Norme CEI CT 100: "Impianti di distribuzione per segnali televisivi, sonori e multimediali";
- Norma CEI 100-7: "Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti d'antenna Norme CEI relative ai materiali e componenti;
- Norma UNI EN 1838: "Illuminazione di emergenza";
- Norme CEI relative ai materiali e componenti;
- Disposizioni ENEL, TELECOM, VV.FF;
- Norme e raccomandazioni dell'Ispettorato del lavoro e dell'USL (Presidio Multizonale di Prevenzione P.M.P.);
- Prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali;
- Prescrizioni UTF e GSE e relative Norme riguardanti l'autoproduzione di energia elettrica.

APPLICAZIONE DEI CAM

Nell'ambito del presente appalto dovranno essere rispettati i "criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi" secondo quanto previsto dal D.M. 23 giugno 2022 in G.U. Serie Generale n. 183 del 6 agosto 2022 e in vigore dal 04/12/2022.

Negli elaborati progettuali allegati sono riportati i riferimenti ai requisiti relativi ai prodotti da costruzione nel rispetto dei criteri ambientali minimi che sono stati seguiti nella progettazione dell'opera (Relazione CAM).

Nello specifico sono stati rispettati i requisiti minimi riportati nei capitoli 2.5 "Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione" e 2.6 "Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere".

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto dovrà essere rispondente alle norme, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso. In caso di emissione di nuove normative l'Appaltatore è tenuto a comunicarlo immediatamente alla Committente, dovrà adeguarsi ed il costo supplementare verrà riconosciuto se la data di emissione della norma risulterà posteriore alla data della gara.

Dovranno essere pure rispettate le prescrizioni esposte nel capitolato, anche se sono previsti dei dimensionamenti eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.
I materiali dovranno essere delle migliori marche esistenti in commercio, provvisti di marchio CE, marchi legali (es. IMQ) che certifichino la rispondenza costruttiva alla norma CEI (o europee).

1.4 Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, oltre quanto stabilito da norme di legge non derogabili, le parti, ove non diversamente specificato, faranno riferimento alle norme CEI, in vigore alla data di presentazione del progetto.
Gli impianti sopra menzionati dovranno inoltre essere conformi:
- alle prescrizioni delle autorità locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni dell'Autorità per l'Energia e per il GAS AEEG;
- alle prescrizioni e indicazioni della Telecom.

1.5 Classificazione dei luoghi e degli impianti

Gli impianti elettrici dell'edificio in argomento sono previsti con alimentazione da fornitura elettrica in bassa tensione a 400/230V con sistema di collegamento a terra TT, e con potenza impegnata stimata in fase progettuale pari a 50 KW.

Punto di origine dell'impianto oggetto dell'intervento:
Da contatore esterno

Tensione nominale:	400V
Frequenza nominale:	50Hz
Corrente di cortocircuito presunta trifase massima:	15 kA
Stato del neutro (sistema):	TT
Massima caduta di tensione prevista	4%

Essendo presenti impianti di produzione di energia elettrica dovranno essere rispettate le regole di connessione riportate nella CEI 0-21.
Per la classificazione dei luoghi e degli impianti elettrici sono state valutate le caratteristiche dei locali, delle apparecchiature e dei materiali presenti, del tipo di destinazione dei singoli ambienti ed infine del tipo di impianto di riscaldamento.
SCUOLA
Con riferimento al tipo di destinazione "scuola", l'attività è soggetta a normativa CEI specifica secondo le 64-8/7 allegato A, dove scuole di ogni ordine, grado e tipo, sono considerati "ambienti a maggior rischio in caso d'incendio".
Nei locali con un carico d'incendio >30kg/m² sarà previsto un impianto di rivelazione incendi.
In considerazione dei risultati ottenuti successivamente alla valutazione del rischio dovuto al fulmine e alla scelta delle misure di protezione da adottare realizzata secondo la norma CEI EN 62305-2013, non risulta necessario realizzare un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche "LPS" a servizio dell'edificio
In questa fase non è stato invece valutato il rischio di perdite economiche (rischio R4), e non sono stati adottati i provvedimenti eventualmente necessari, avendo il committente espressamente accettato tale rischio.

2 Disposizioni riguardanti l'appalto

2.1 Modi di esecuzione dei lavori

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Tecnico ed al progetto.
In caso la documentazione di progetto riporti dati od informazioni discordanti, dovranno essere considerati quelli più onerosi ed a vantaggio della sicurezza.
Tutti i lavori inerenti all'appalto saranno eseguiti dall'appaltatore in conformità alle prescrizioni e condizioni stabilite nel presente capitolato e negli elaborati di progetto, tenuto conto, peraltro, che dette prescrizioni hanno carattere non limitativo, in quanto è qui reso noto che l'appaltatore si obbliga espressamente ad una esecuzione a perfetta regola d'arte, nel rispetto delle vigenti norme di legge, per fornire un complesso perfettamente funzionante.
L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte.
La Ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.
Salvo preventive prescrizioni dell'Amministrazione appaltante, la Ditta appaltatrice ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte.
La Direzione dei Lavori potrà, però, prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà della Ditta appaltatrice di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti dalle leggi in vigore.

2.2 Opere e somministrazioni comprese nell'offerta

Quanto forma oggetto della presente gara d'appalto dovrà essere consegnata in opera completo e funzionante; si intendono quindi, compresi nei corrispettivi precisati nell'offerta di prezzo anche:

- Tutte le spese relative alla redazione e alla presentazione dell'offerta;
- Eventuali studi e calcoli per varianti, aggiunte e modifiche necessari a giudizio insindacabile della D.L., prima e durante l'esecuzione delle opere.
- L'obbligo di controllare sul posto durante lo svolgimento dell'opera le misure delle strutture e predisposizioni edili a mezzo di tecnici specializzati. A tale proposito si precisa che la Ditta Assuntrice dovrà esaminare i disegni delle opere civili e delle strutture e sarà responsabile di controllare e/o definire in tempo utile le interferenze e gli interventi sulle stesse (come passaggi, cavedi, ecc.) necessari per gli impianti, dandone comunicazione mediante disegni alla D.L. ed alla impresa delle opere civili.
- L'imballaggio ed il trasporto di qualunque genere di materiali fino al cantiere, il deposito e la sorveglianza.
- I tiri verticali a livello di posa, il trasporto entro il cantiere di qualunque genere di materiale, i ponteggi, le scale e quanto occorrente alla posa in opera dei materiali facenti parte dell'offerta.
- La manovalanza qualificata per la realizzazione delle opere e qualsiasi altro tipo di manovalanza ed aiuto.
- La fornitura e posa in opera di tutte le opere di carpenteria necessarie agli impianti, quali staffe, supporti, collari, bulloni per il sostegno delle canalizzazioni, quadri, corpi illuminanti, interruttori, ecc.
- La fornitura e posa in opera di guaine metalliche flessibili per il passaggio dei conduttori di alimentazione a tutti gli elementi fonti di vibrazioni.
- La realizzazione di tutte le opere civili strettamente connesse alla realizzazione del lavoro oggetto dell'appalto (l'apertura e richiusura di tracce, fori di attraversamento a parete o nel solaio e relativo tamponamento di chiusura, basamenti o cunicoli relativi all'installazione di quadri elettrici, gruppi elettrogeni e apparecchi in genere);

- La realizzazione di tutti i ripristini dello stesso grado di resistenza all'incendio relativi agli attraversamenti di pareti e compartimentazioni REI con l'impiego di idonei materiali secondo le modalità descritte dal produttore e con le relative certificazioni firmate da tecnico Abilitato;
- La fornitura di spezzoni di tubo e di canali per contenere le tubazioni e i canali dei vari impianti nell'attraversamento di pareti o solai.
- La fornitura e l'applicazione di targhette metalliche e/o fascette alfanumeriche con l'indicazione di ogni circuito servito.
- La verniciatura con due mani di prodotto antiruggine ed una mano a finire delle eventuali parti metalliche nere inerenti alle installazioni sia in vista che incassate.
- Eventuali riprese delle zincature a caldo deteriorate in fase di montaggio.
- La verniciatura dei quadri con vernici epossidiche a forno, con sottofondo di preparazione corrente secondo le classificazioni internazionali ed a seguito di benestare della D.L.
- La fornitura di tutto il materiale di consumo per le lavorazioni e la gestione della manutenzione ordinaria e straordinaria secondo le scadenze contrattuali.
- Presenza ed assistenza di un tecnico qualificato ai collaudi degli impianti tecnologici; nella stessa sede verranno collaudati anche gli impianti elettrici relativi.
- Assistenza alla conduzione degli impianti fino al collaudo definitivo favorevole, per consentire alla Committente di costituire una propria squadra di conduzione e manutenzione.
- Smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature che possano compromettere, a giudizio insindacabile della D.L., la buona riuscita di altri lavori in corso.
- Provvisorio smontaggio e rimontaggio degli apparecchi e di altre parti dell'impianto, eventuale trasporto di essi in magazzini temporanei per proteggerli da deterioramenti di cantiere e dalle offese che potrebbero arrecarvi lavori di coloritura, verniciatura, ripresa di intonaci, ecc., e successiva nuova posa in opera, tutte le volte che occorra, a giudizio insindacabile della D.L. e della Committente.
- Protezione mediante fasciature, coperture, ecc., degli apparecchi e di tutte quelle parti degli impianti per le quali non è agevole la tolta d'opera, per difenderli da rotture, guasti, manomissioni ecc., in modo che a lavoro ultimato il materiale sia consegnato come nuovo.
- La costruzione dei magazzini provvisori per il deposito di apparecchiature, materiale e mezzi di opera necessari all'esecuzione dell'appalto nonché la successiva demolizione e l'allontanamento dei materiali di risulta non appena ultimati i lavori.
- Solo quando a giudizio insindacabile della D.L. siano disponibili locali della Committente da adibire a magazzini, la Ditta sarà esonerata dalla loro costruzione. Resta peraltro a carico della Ditta l'onere di approntare e porre in opera efficaci chiusure nonché quello di sgombrare i locali stessi ogni qualvolta ordinato dalla D.L. e comunque all'ultimazione delle opere.
- Le prove ed i collaudi che la D.L. ordini di far eseguire presso gli Istituti da essa incaricati, dei materiali impiegati o da impiegare nell'impianto; dei campioni da esaminare ed esaminati può essere ordinata la conservazione nell'ufficio dirigente, munendoli di suggelli a firma del Direttore dei Lavori e del responsabile della Ditta Assuntrice nei modi atti a garantirne l'autenticità.
- Personale di cantiere dovrà essere abile, pratico e bene accetto alla D.L.; tale personale dovrà, a semplice richiesta della D.L., poter essere allontanato o sostituito.
- La pulizia giornaliera dei luoghi di lavoro, lo sgombero, a lavoro ultimato, delle attrezzature e dei materiali residui.
- La messa a disposizione della D.L. degli apparecchi e degli strumenti di controllo e della necessaria manodopera per le misure e le verifiche in corso d'opera e in fase di collaudo dei lavori eseguiti.
- Il trasporto nel deposito indicato dalla D.L. della campionatura dei materiali e delle apparecchiature eventualmente presenti in corso di gara o su richiesta della D.L. durante l'esecuzione dei lavori.
- Spese per i collaudi provvisori e definitivi escluso l'energia elettrica.
- Tutti gli adempimenti e le spese nei confronti di Enti ed Associazioni tecniche aventi il compito di esercitare controlli di qualsiasi genere.
- L'eventuale campionatura di materiali e di apparecchiature, a richiesta della D.L.
- La presenza continua sui luoghi dei lavori di un responsabile di cantiere; quest'ultimo dovrà comunque essere a disposizione della D.L. in qualsiasi momento fosse richiesta la sua presenza.

- La sorveglianza degli impianti eseguiti onde evitare danni o manomissioni da parte di operai di altre Ditte che debbano eseguire i lavori affidati alle medesime nei locali in cui detti impianti sono stati eseguiti, tenendo sollevata la Committente da qualsiasi responsabilità o controversia in merito.
- La fornitura in duplice copia, prima dei precollaudi, di un fascicolo contenente tutte le istruzioni necessarie per la corretta conduzione e la ordinaria manutenzione degli impianti.
- La consegna, ad impianti ultimati, prima del collaudo definitivo, di tre copie cartacee + 1 in formato elettronico editabile su supporto ottico, la serie completa dei disegni descriventi, con tutta precisione, gli impianti come risulteranno effettivamente eseguiti (as-built), con la precisazione delle dimensioni e delle caratteristiche dei singoli elementi costitutivi degli impianti stessi e di tutte le apparecchiature installate, compresi i particolari costruttivi delle apparecchiature, gli schemi elettrici e quelli di funzionamento. (Si avrà particolare cura nel rappresentare le parti degli impianti che non risulteranno in vista colonne, tubazioni, ecc., al fine di rendere possibile in ogni tempo la loro perfetta localizzazione.)

2.3 Prescrizioni varie

Si intendono sempre incluse le spese di trasporto, sollevamento, fissaggio, posizionamento, allacciamento; smantellamento, recupero o smaltimento degli impianti obsoleti.
Sono a carico dell'appaltatore i seguenti punti:

- Dimostrazione della rispondenza dei prodotti proposti alle prescrizioni di progetto (es.: limitazione, back-up ecc.);
- Esecuzione di tutta la documentazione finale (as-built) in triplice copia;
- Misura della resistenza di terra e verifica della continuità e compilazione dei modelli ministeriali qualora necessari

2.4 Disciplina del cantiere ed obblighi generali dell'appaltatore

Sono inoltre a carico dell'impresa appaltatrice la pulizia ed il rispetto di tutte le aree interessate ai lavori e/o occupate dai materiali e mezzi meccanici necessari alla costruzione dell'opera.

Se durante l'esecuzione dei lavori l'impresa dovesse arrecare danni a tubazioni di ogni tipo e dimensione, cavi, manufatti o altro, resta inteso che la stessa è tenuta a risarcire sia l'ente a cui appartengono le tubazioni, ecc., sia il privato che si fosse trovato coinvolto e danneggiato in tale situazione. Gli oneri sopraelencati sono comunque tutti a carico dell'impresa.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sorveglianza del cantiere e curare che i lavori a lui affidati non siano manomessi; pertanto, non potrà eccepire richiesta di indennità e compensi per: danni, furti, perditempo e oneri qualsiasi derivanti dalla esecuzione contemporanea di altri lavori già in corso o previsti nello stesso immobile al momento dell'offerta.

L'Appaltatore provvederà perché l'accesso al cantiere sia vietato a tutte le persone non addette ai lavori e non ammessevi dalla Ditta degli stessi.

L'Appaltatore è comunque in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia a dalla negligenza dei suoi agenti ed operai, nonché dalla malafede o dalla frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

La ditta dovrà presentare, prima di ciascuno intervento, a richiesta della direzione lavori, idonea descrizione tecnica del materiale da installare, attestante la conformità dello stesso alle prescrizioni capitolari.

Dell'inizio di ogni fase significativa del lavoro, l'appaltatore dovrà dare tempestiva comunicazione alla D.L. per permettere un'adeguata sorveglianza delle opere.

2.5 Documentazione finale

A lavori ultimati, la Ditta installatrice fornirà la dichiarazione di conformità (DM 37/08) completa di allegati:

- Progetto;
- Relazione con tipologie dei materiali utilizzati (in particolare certificazione dei quadri elettrici secondo la norma CEI EN 60439-1/3 e CEI 17-43 oppure CEI 23-51);
- Schema di impianto realizzato;
- Riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali già esistenti;
- Copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico – professionali;
- Relazione con risultati delle verifiche eseguite all'impianto prima della messa in esercizio.
- Certificazione integrativa impianto cablaggio strutturato comprendente:
- Certificazioni di tutti i punti rete in rame;
- AS-BUILT;
- Specifiche materiali utilizzati:
- Certificato di calibrazione in corso di validità dello strumento utilizzato per le certificazioni;
- Documentazione richiesta dal D.M. 314/92.
- Certificazione integrativa impianto rivelazione incendio comprendente:
- Certificazione punti rivelazione;
- AS-BUILT finale con aggiornamento parti di impianto esistente;
- Specifiche materiali utilizzati;
- Documentazione richiesta per certificazioni VVF.
- Certificazione integrativa compartimentazioni REI: Certificazione di resistenza al fuoco dei materiali previsti dalle normative vigente in materia di prevenzione incendi secondo la modulistica a disposizione dei comandi provinciali dei VV.F, redatti e sottoscritti da tecnico abilitato 818/84

2.5.1 Verifiche in corso d'opera

Durante il corso dei lavori, la Direzione Lavori si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non siano rispettate le condizioni del presente Capitolato Speciale e del progetto.
Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.
Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, si potrà compilare regolare verbale.

2.5.2 Verifica provvisoria e consegna degli impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio dell'eventuale certificato da parte della Direzione dei lavori, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.
Qualora l'Amministrazione appaltante intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, può disporre affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.
La verifica provvisoria dovrà accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni e in particolare dovrà controllare ed effettuare:

- l'esame a vista dell'impianto e la sua rispondenza al progetto;
- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti di protezione;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti a uso degli utenti ai quali sono destinati.

A ultimazione della verifica provvisoria, l'Amministrazione appaltante prenderà in consegna gli impianti.

2.5.3 Verifiche al termine delle opere

Fermo restando l'obbligatorietà dell'esecuzione delle verifiche da parte dell'installatore ed alle verifiche espressamente richieste da disposizioni legislative/normative, questo atto serve ad attestare che l'impianto è stato realizzato conformemente alla regola dell'arte ed alle prescrizioni progettuali.
Tali verifiche dovranno pertanto essere realizzate al termine dei lavori e riguarderanno:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del fuoco;
- rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI e UNI relative al tipo di impianto.

In particolare, si verificherà che:

- siano state osservate le norme tecniche generali
- gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e alle preventive indicazioni;
- gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori
- gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano corrispondenti alle prescrizioni e/o ai campioni presentati;

Inoltre, dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria e si dovrà redigere l'apposito verbale del collaudo definitivo.
La verifica al termine delle opere, che sarà comprensiva delle prove e misure, sarà pertanto eseguita come prescritto dalla norma CEI 64-8/6, in particolare:
a) Esame a vista
L'esame a vista riguarderà le seguenti condizioni:

- Metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, ivi compresa la misura delle distanze delle barriere ed ostacoli
- Presenza di barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici
- Scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione
- Presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando
- Scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne
- Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione
- Presenza di schemi, cartelli monitori e di informazioni analoghe
- Identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti ecc.
- Idoneità delle connessioni dei conduttori
- Agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione

b) Prove e misure
Dovranno essere eseguite le seguenti prove e misure:

- Continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari (metodo di prova art. 612.2 CEI 64-8)
- Resistenza d'isolamento dell'impianto elettrico (metodo di prova art. 612.3 CEI 64-8)
- Protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica (metodo di prova art. 612.4 CEI 64-8)
- Resistenza di isolamento dei pavimenti ei delle pareti (metodo di prova art. 612.5 CEI 64-8)

- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (metodo di prova art. 612.6 CEI 64-8)
- Misura della resistenza di terra (metodo di prova art. 612.6.2 CEI 64-8)
- Misura dell'impedenza dell'anello di guasto (sistemi TN, metodo di prova art. 612.2.3 CEI 64-8)
- Prove di polarità (metodo di prova art. 612.7 CEI 64-8)
- Prova di tensione applicata (metodo di prova art. 612.8 CEI 64-8)
- Prove di funzionamento (metodo di prova art. 612.9 CEI 64-8)
- Verifiche illuminotecniche e sull'impianto illuminazione di sicurezza

Per i locali ad uso medico dovranno essere eseguite verifiche aggiuntive a quelle indicate dal capitolo 61 della norma CEI 64-8 come prescritto nella sezione 710.61 della medesima. Le verifiche devono essere effettuate prima della messa in servizio iniziale e, dopo modifiche o riparazioni, prima della nuova messa in servizio, ed in particolare:

- Prova funzionale dei dispositivi di controllo dell'isolamento di sistemi IT-M e dei sistemi di allarme ottico e acustico;
- Misure per verificare il collegamento equipotenziale supplementare (710.413.1.6.2);
- Misure delle correnti di dispersione dell'avvolgimento secondario a vuoto e sull'involucro dei trasformatori per uso medicale (solitamente eseguita dal costruttore dell'apparecchio);
- Esame a vista per controllare che siano state rispettate le altre prescrizioni della sezione 710;

La Ditta appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere perciò accampare diritti a maggiori compensi.
Al termine della verifica dovrà essere redatto apposito verbale.

2.5.4 Prove di collaudo di apparecchiature e componenti di impianto

I componenti di impianto (es. quadri elettrici, ecc.) dovranno superare con esito positivo le prove di collaudo richieste dalle normative vigenti di prodotto.
La Direzione Lavori si riserva il diritto di presenziare le prove con proprio personale o con suoi rappresentanti.
Il costruttore dovrà avvisare la Direzione Lavori con sufficiente anticipo circa la data di inizio dei collaudi. In ogni caso saranno allegati alla documentazione finale i certificati di collaudo relativi alle prove effettuate.

3 Caratteristiche tecniche generali degli impianti

3.1 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (Iz) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (Ib) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).
Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (In) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (Ib) e la sua portata nominale (Iz) ed una corrente in funzionamento (If) minore o uguale a 1,45 volte la portata (Iz).
In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:
Ib<=In<=Iz
If <= 1,45 Iz
La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3/1 e CEI 17-5.
Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:
$I^2t <= Ks^2$
(artt. 434.2, 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).
Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.
Solamente in alcuni casi particolari da valutare con la D.L. è tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).
In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

3.2 Protezione di circuiti particolari

Devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno.
Devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi.
Devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW.

3.3 Protezione contro i contatti diretti

3.3.1 Sistemi di I categoria

Nei sistemi BT di I Categoria, la protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- isolamento principale corrispondente alla tensione nominale del circuito primario della sorgente;
- barriere o involucri con idoneo grado di protezione;
- interposizione di ostacoli o distanziamento dalle zone accessibili;

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti e le misure di protezione mediante ostacoli e mediante distanziamento sono intese a fornire una protezione parziale contro i contatti diretti. Si fa presente che nella Norma CEI 0-13, la protezione contro i contatti diretti viene indicata come "basic protection" (protezione fondamentale).

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione; l'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative Norme di prodotto.
Per gli altri componenti elettrici la protezione deve essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.
Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB; si possono avere tuttavia aperture più grandi durante la sostituzione di parti, come nel caso di alcuni portalampade o fusibili, o quando esse siano necessarie per permettere il corretto funzionamento di componenti elettrici in accordo con le prescrizioni delle relative Norme.
Le aperture devono essere piccole, compatibilmente con le prescrizioni per il corretto funzionamento e per la sostituzione di una parte; le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD.
Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.
Quando sia necessario togliere barriere, aprire involucri o togliere parti di involucri, questo deve essere possibile solo:

- a) con l'uso di una chiave o di un attrezzo, oppure
- b) se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi, oppure
- c) se, quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

Se, dietro una barriera od un involucro, sono installati componenti elettrici che possano ritenere cariche elettriche pericolose dopo che la loro alimentazione sia stata interrotta (condensatori, ecc.), deve essere previsto un cartello di avvertimento. Piccoli condensatori, come quelli usati per l'estinzione dell'arco, per ritardare la risposta di relè, ecc., non sono da considerare pericolosi.
Gli ostacoli devono impedire l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive, oppure il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario.
Gli ostacoli possono essere rimossi senza l'uso di una chiave o di un attrezzo ma devono essere fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale.
Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.
Quando uno spazio, ordinariamente occupato da persone è limitato nella direzione orizzontale da un ostacolo (per esempio da un parapetto o da una rete grigliata) che abbia un grado di protezione inferiore a IPXXB, la zona a portata di mano inizia da questo ostacolo.
Nella direzione verticale la zona a portata di mano si estende sino a 2,5 m dal piano di calpestio non tenendo conto di qualsiasi ostacolo intermedio che fornisca un grado di protezione inferiore a IPXXB.
I valori di distanziamento si applicano a contatti con mani nude senza l'uso di mezzi ausiliari (per esempio di utensili o di scale).
Nei luoghi in cui vengono usualmente maneggiati oggetti conduttori grandi o voluminosi, le distanze richieste da 412.4.1 e 412.4.2 devono essere aumentate tenendo conto delle dimensioni di questi oggetti.

3.4 Elementi di un impianto di terra

Gli impianti di terra dovranno essere realizzati in conformità alle Norme CEI 99-3 e CEI 64-8, dove richiesta la protezione contro le scariche atmosferiche, in conformità alla Norma CEI EN 62325. L'impianto di terra dovrà comprendere un sistema di dispersione, un conduttore di terra, un collettore principale di terra, collettori o nodi secondari di terra, conduttori di protezione e impianti equipotenziali principali e supplementari.

I dispersori potranno essere di fatto (quali ad esempio i pali di fondazione, camicie metalliche di pozzi, plinti e platee di fondazione) e intenzionali (con elementi a piastra, nastro, tondino o conduttore massiccio, picchetto a tubo, massiccio o in profilato realizzati in rame, acciaio zincato a caldo o acciaio rivestito in rame). L'impianto di dispersione di tipo intenzionale dovrà essere realizzato con uno o più elementi disperdenti (orizzontali, verticali o comunque inclinati) connessi tra loro con dimensioni minime di sezione, spessore e rivestimento come specificato nelle tabelle CEI. I conduttori di terra potranno essere in rame oppure in ferro zincato e dovranno avere sezione minima come da tabella di seguito riportata:

SEZIONI CONVENZIONALI MINIME DEI CONDUTTORI DI TERRA		
	Protetti meccanicamente	*Non protetti meccanicamente*
Protetti contro la corrosione	= sezione di linea = ½ sez. di linea (min.16mm²) = calcolata come da art.543.1.1 (Norma CEI 64-8/5)	16mm² (rame) 16mm² (ferro zincato)
Non protetti contro la corrosione	25mm² (rame) 50mm² (ferro zincato)	

I conduttori di protezione dovranno essere in rame, se non specificato diversamente, e dovranno avere sezione minima calcolata secondo la formula di cui all'art. 543.1.1 (Norma CEI 64-8/5) di seguito riportata

$$Sp = \frac{\sqrt{I^2 \bullet t}}{K}$$

dove:

Sp = sezione del conduttore di protezione (mm²);

I = valore efficace della corrente di guasto (A);

t = tempo di intervento del dispositivo di protezione (s)

oppure con sezione rapportata ai conduttori di fase come da tabella di seguito riportata

RAPPORTO SEZIONE CONDUTTORI DI PROTEZIONE E DI FASE	
Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp (mm²)
$S \leq 16$	Sp = S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	Sp = S/2

I conduttori equipotenziali principali dovranno avere sezione non inferiore a 6 mm² e non inferiore alla metà della sezione più elevata del conduttore di protezione ma non necessariamente superiore a 25 mm².

I conduttori equipotenziali supplementari di collegamento di due masse dovranno avere sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione delle masse stesse.

I conduttori equipotenziali supplementari di collegamento di una massa ad una massa estranea dovranno avere sezione non inferiore alla metà del relativo conduttore di protezione.

Le giunzioni dei vari elementi dell'impianto di terra devono essere ridotte al minimo indispensabile e devono essere realizzate con idonei morsetti o con saldatura forte.

Le giunzioni esposte agli agenti atmosferici dovranno essere protette contro la corrosione e dovranno essere realizzate solo con componenti compatibili con i vari elementi (cadmiatura, zincatura ecc.)

Le connessioni dell'impianto di terra dovranno essere eseguite con appositi capicorda a pressione imbullonati e protetti contro la corrosione; le derivazioni dal conduttore principale di protezione dovranno essere eseguite con morsetti di tipo passante che non impongono il taglio del conduttore principale.

3.5 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

L'impianto verrà realizzato contestualmente alla realizzazione delle opere civili esterne del fabbricato quali la posa delle polifore e della rete degli scarichi, nell'ambito dei quali si prevede la posa di n.2 dispersori verticali in prossimità del quadro protezione linea "QPL" e dell'accesso al quadro generale "QGD" come rilevabile negli elaborati di progetto.
Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno essere pari alla sezione del conduttore di fase; per sezioni superiori ai 16mm² la sezione potrà essere valutata pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16mm², oppure verificando il valore della massima energia specifica passante, secondo quanto previsto anche dalle norme CEI.
All'interno del quadro generale "QGD" dovrà essere prevista la realizzazione di un collettore principale di terra, al quale farà capo l'impianto disperdente esterno; da esso si distribuiranno tutte le dorsali di sottodistribuzione ai vari quadri di zona, equipotenziale principale in centrale termica e supplementare nei sevizi.
Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno essere pari alla sezione del conduttore di fase; per sezioni superiori ai 16mm² la sezione potrà essere valutata pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16mm², oppure verificando il valore della massima energia specifica passante, secondo quanto previsto anche dalle norme CEI.
Tale impianto sarà integrato, ove necessario con nuove distribuzioni terminali e nuovi collettori secondari

- a) Il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- b) Il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN),
- c) Il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

Nell'ambito di tutto l'insediamento dovranno essere predisposte apposite barrette fuori terra a cui faranno capo sia i conduttori provenienti dalla rete del sistema dispersore principale, sia il collegamento equipotenziale di terra supplementare realizzato sulle masse presenti nell'ambito dei vari locali (apparecchiature prefabbricate, quadri locali, tubazioni e masse metalliche).

3.6 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta posto in opera l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

3.6.1 Coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:
Rt <= 50/Is
dove Is è il valore in ampere della corrente di intervento in 5 s e/o 0.4 s del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

3.6.2 Coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali.

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché, detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

Rt <= 50/Id

dove Id è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione. Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica che si possa attuare, è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di Rt durante la vita dell'impianto.

3.7 Protezioni contro i contatti indiretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) sia per particolari utilizzatori elettrici (apparecchi portatili, taglia erba ecc.) come per esempio: cantine, garage, portici, giardini ecc., le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

3.8 Sistemi di protezione particolari contro i contatti indiretti

Ad integrazione dei sistemi previsti nell'art. Protezione contro i contatti indiretti, si considerano sistemi di protezione contro le tensioni di contatto anche i seguenti:

a) bassissima tensione di sicurezza isolata da terra e separata dagli altri eventuali circuiti con doppio isolamento; viene fornita in uno dei seguenti modi:

- dal secondario di un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI 96-3;
- da batterie di accumulatori o pile;
- da altre sorgenti di energia che presentino lo stesso grado di sicurezza.

Le spine degli apparecchi non devono potersi innestare in prese di circuiti a tensione diversa;

b) separazione elettrica con controllo della resistenza di isolamento.

La protezione deve essere realizzata impiegando per ciascun locale circuiti protetti da tubazioni separate alimentati da sorgenti autonome o da trasformatore di isolamento. Il trasformatore deve avere una presa centrale per il controllo dello stato di isolamento e schermatura metallica tra gli avvolgimenti per eliminare le correnti di dispersione.

3.9 Prescrizioni particolari per locali da bagno

I locali da bagno vengono divisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono regole particolari:

- zona 0: è il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldaacqua ad immersione, illuminazioni sommerse o simili;
- zona 1: è il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;
- zona 2: è il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP X4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento

con gli apparecchi utilizzatori (per esempio con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;
- zona 3: è il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP X1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP X5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

a) bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (SELV).

Le parti attive del circuito SELV devono comunque essere protette contro i contatti diretti;

b) trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina.
c) interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione ecc.).

3.9.1 Collegamento equipotenziale nei locali da bagno

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.
Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Devono essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.
È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm² (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

3.9.2 Condutture elettriche nei locali da bagno

Possono essere usati cavi isolati in PVC tipo FG17 in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.
Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa - cordone.

3.9.3 Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno

Per l'uso di apparecchi elettromedicali in locali da bagno ordinari, è necessario attenersi alle prescrizioni fornite dai costruttori di questi apparecchi che possono essere destinati ad essere usati solo da personale addestrato.
Nei locali da bagno l'installazione di una presa telefonica deve essere eseguita in modo che non possa essere utilizzata da chi si trova nella vasca o sotto la doccia.

3.9.4 Alimentazione nei locali da bagno

Può essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali).
Se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi i circuiti si devono estendere ai locali da bagno.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché, questo sia del tipo ad alta sensibilità, o ad un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

3.10 Prescrizioni particolari per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio

Le misure da prevedere ai fini della prevenzione contro l'innesco e la propagazione degli incendi dovranno fare riferimento alla norma CEI 64-8/7 sez. 751 e alla regola tecnica di prevenzione incendi inerente alle strutture sanitarie (D.M. 18/09/02). Esse si possono riassumere nei punti seguenti:

- Nel sistema di vie d'uscita non saranno installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili.
- Nelle zone nelle quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico i dispositivi di manovra, controllo o protezione, ad eccezione di quelli destinati a facilitare l'evacuazione, saranno posti in locali a disposizione esclusivamente del personale addetto (o posti entro quadri apribili solo con chiave o attrezzo).
- I componenti installati dovranno rispettare le relative norme CEI di prodotto, nonché la norma CEI 64-8 sez. 422, sia in funzionamento ordinario dell'impianto, sia in condizione di guasto dell'impianto stesso.
- Gli apparecchi d'illuminazione dovranno essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti combustibili.
- Gli apparecchi d'illuminazione posti a meno di 2,5m dal piano di calpestio dovranno avere le lampade protette contro gli urti.
- Non sarà in nessun caso il sistema di distribuzione tipo TN-C (conduttore PEN non ammesso)
- I cavi unipolari dei circuiti in corrente alternata dovranno sempre essere disposti vicini tra loro in modo da evitare pericolosi surriscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo.
- Al fine di prevenire l'innesco e la propagazione dell'incendio le condutture dovranno rispondere alle tipologie ammesse al punto 751.04.2.6 della norma CEI 64-8/7 sez. 751.
- All'origine dei circuiti facenti parte delle condutture tipo dorsale è previsto un dispositivo a corrente differenziale avente sensibilità <=0,3A (ad esclusione dei circuiti di sicurezza). Per quanto concerne i circuiti luce è previsto un dispositivo differenziale avente sensibilità pari a 0,03A.
- I dispositivi di protezione contro il sovraccarico e il cortocircuito dovranno essere posti all'origine di ogni circuito e proteggeranno da sovraccarico anche quei circuiti che alimentano carichi non soggetti a sovraccarico.
- Saranno utilizzati cavi conformi alla normativa CPR tipo FG16(O)M16 e FG17
- Sono previste barriere tagliafiamma, ogni 10m di distanza, in quei tratti verticali nei quali i cavi, installati in fascio, siano in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla norma CEI EN 50266 per le prove.
- Sarà ripristinata la resistenza al fuoco in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano i compartimenti antincendio. Le caratteristiche di resistenza al fuoco dei tamponamenti saranno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installati.
- Il grado di protezione previsto per i corpi illuminanti sarà >=IP 4X. (N.B. solo per i luoghi tipo C o A+C).
- I motori saranno protetti da sovraccarico tramite relè termico con ripristino manuale. (N.B. solo per i luoghi tipo C o A+C).

Come specificato al precedente articolo, gli impianti elettrici devono soddisfare generalmente le Norme CEI 64-8 e le specifiche prescrizioni della sezione 751.
In particolare, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

a) le condutture devono essere realizzate con grado di protezione almeno IP4X; le canalizzazioni non metalliche saranno realizzate in materiale autoestinguente con resistenza alla prova del filo incandescente a 850°C;
b) I circuiti distribuiti in involucri con grado di protezione inferiore a IP4X, se distribuiti in canalizzazioni a vista, dovranno essere protetti da interruttori differenziali con corrente di intervento non superiore a 0,3A;

c) i cavi saranno del tipo non propagante l'incendio;
d) negli attraversamenti di pareti e solai che delimitano il compartimento antincendio devono essere previste barriere taglia fiamma;
e) tutti i componenti dell'impianto e gli apparecchi di illuminazione saranno racchiusi in custodie con grado di protezione non inferiore a IP4X;
f) gli apparecchi di illuminazione saranno mantenuti a adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili, ed in particolare i faretti ed i proiettori saranno mantenuti a distanza non inferiore a 0,5m per potenze da 300W a 500W;
g) gli apparecchi di illuminazione con lampada ad alogeni o ad alogenuri saranno con schermo di sicurezza e proprio dispositivo contro le sovracorrenti;
h) quando i cavi delle condutture sono raggruppati in quantità significative, in rapporto con le altre sostanze combustibili presenti, dovranno essere adottati cavi a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi;

Le prescrizioni di cui alla lettera e) saranno estese a tutti i locali interessati, tuttavia in casi particolari, da valutare di volta in volta, possono essere richieste nel solo volume circoscritto al materiale infiammabile con estensione di 1,5m in orizzontale e 3m in verticale.

3.11 Cavi e conduttori

3.11.1 Conduttori e connessioni per sistemi di categoria I

Tutti i cavi di potenza con tensione di esercizio a 400/230V nonché quelli adibiti alla segnalazione e comando di circuiti ausiliari, dovranno essere del tipo non propagante l'incendio in conformità alle norme CPR.
I conduttori unipolari posti in tubazioni di PVC saranno del tipo FG17 con tensione d'isolamento 450/750V per quanto riguarda la distribuzione interna; i conduttori multipolari od unipolari per circuiti di alimentazione di potenza saranno del tipo FG16(O)M16 con tensioni d'isolamento 0,6/1KV.
I cavi previsti per i circuiti di sicurezza dovranno essere di tipo “FIRE-RESISTANT” a doppio isolamento 0,6/1kV, isolante elastomerico reticolato di qualità G10, guaina termoplastica di qualità M1, temperatura di funzionamento 90°C, non propagante la fiamma in conformità alla Norma CEI 20-35, non propagante l’incendio in conformità alla Norma CEI 20-22 III, a bassissima emissione di fumi e gas tossici in conformità alle Norme CEI 20-37 e 20-38, resistente al fuoco in conformità alla Norma CEI 20-45, IEC-331 CEI-EN 50200 CEI 20-36.
I colori normalizzati previsti dalle norme CEI per la distinzione dei singoli conduttori saranno:

- giallo/verde per il conduttore di terra e di protezione;
- blu chiaro per il conduttore di neutro;
- nero, grigio, marrone per i conduttori attivi di fase a 220/380V
- conduttori multipolari numerati per circuiti aux;
- arancione per conduttori la cui alimentazione proviene da altro quadro elettrico;

Tutti i circuiti dovranno avere apposite fascette in plastica, sulle quali saranno stampigliate in rilievo le sigle identificative riportate nello schema in allegato, al fine di agevolare la ricerca dei conduttori in caso di manutenzione.
Tali fascette dovranno essere applicate, meccanicamente e non per adesione, su tutti i cavi sia alle estremità ed ogni 20m.
Per i singoli conduttori l’identificazione dovrà essere effettuata con le medesime modalità di cui sopra.
Le sezioni minime dei conduttori dei circuiti di potenza saranno 1,5mm², mentre per i circuiti ausiliari di comando e segnalazione dovranno essere utilizzate condutture con sezioni non inferiori a 1mm².
Tutte le operazioni di posa dovranno essere condotte sulla base delle specifiche previste dal costruttore; in particolare dovranno essere salvaguardati i raggi minimi di curvatura (almeno 5 volte il diametro del cavo) e gli sforzi massimi di trazione.
È assolutamente vietato eseguire la posa dei conduttori utilizzando per il traino mezzi meccanici che non siano corredati di limitatori di sforzo dinamometrici.

Tutte le condutture destinate all'alimentazione di utenze gestite attraverso convertitori di frequenza (inverter), dovranno essere poste in opera con transiti distinti e separati dai restanti circuiti; in particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari alla schermatura delle emissioni elettromagnetiche secondo la normativa di riferimento (EMC), utilizzando cavi con schermatura a nastro in rame oppure cavi posti all'interno di tubazioni o canalizzazioni metalliche in modo indipendente. Il collegamento a terra della schermatura dovrà essere posto in opera secondo le indicazioni del costruttore dell'inverter.
Tutte le condutture relative ai circuiti di misura, segnalazione e comando, avranno transiti indipendenti dalle condutture relative ai circuiti di potenza; in particolare all'interno delle canalizzazioni dovranno essere predisposti opportuni setti metallici di separazione al fine di garantire la separazione delle linee fino al punto di destinazione.
Il dimensionamento dei cavi, oltre a quanto detto precedentemente, verrà eseguito in virtù anche della massima c.d.t. ammessa dalle norme CEI, nonché della massima portata in regime permanente in relazione alle rispettive condizioni di posa ed in virtù della classificazione dell'ambiente.
In particolare, dovranno essere rispettati i seguenti valori massimi ai fini della valutazione della c.d.t.:

- 15% durante la fase di avviamento per alimentazioni di motori;
- 3% in esercizio ordinario;
- 2% per i circuiti di illuminazione.

Tutte le connessioni dei vari circuiti dovranno essere eseguite all'interno delle apposite cassette di derivazione con morsetti del tipo a vite unica conformi alle norme CEI ed in grado di assicurare un'idonea protezione dai contatti diretti in caso di manutenzione all'interno della scatola stessa; i circuiti solamente in transito all'interno delle scatole, dovranno essere privi di morsetti di collegamento.
Le connessioni sui conduttori dell'impianto di protezione PE dovranno essere eseguite con appositi capicorda a pressione meccanica imbullonati e protetti contro la corrosione; le derivazioni dal conduttore principale di protezione dovranno essere eseguite con morsetti del tipo passante.

3.12 Prescrizioni riguardanti i conduttori

3.12.1 Densità massima di corrente

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione della rete a BT, la massima densità di corrente ammessa non deve superare il 70% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.
Per le linee principali di alimentazione, la massima densità di corrente ammessa non deve superare l'80% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.

3.12.2 Sezione minima dei conduttori neutri:

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché, siano soddisfatte le condizioni delle norme CEI 64-8 con particolare riferimento ai circuiti con presenza di correnti ad elevato tenore di THD con componenti armoniche di ordine 3 e relativi multipli.

3.12.3 Sezione dei conduttori di terra e protezione:

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata dalle norme CEI 64-.8. Vedi prescrizioni artt. 547.1.1 - 547.1.2 e 547.1.3 delle norme CEI 64-8.

3.12.4 Propagazione del fuoco lungo i cavi.

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22;

3.12.5 Provvedimenti contro il fumo.

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38;

3.12.6 Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi.

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi.
Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-38.

3.12.7 Modalità di esecuzione delle condutture.

In relazione alle condizioni ambientali ed alla destinazione dei locali, le condutture possono essere realizzate nei modi seguenti:
a) nell'installazione in vista (condutture fissate esternamente alle strutture murarie) si possono utilizzare i seguenti cavi:

- cavi isolati (o isolati sotto guaina) in canalizzazioni costituite da tubi protettivi rigidi pesanti o canali;
- cavi isolati sotto guaina (non introdotti in canalizzazioni);

b) nell'installazione incassata sotto intonaco o sottopavimento si possono utilizzare i seguenti cavi:

- cavi isolati (o isolati sotto guaina) in tubi protettivi flessibili serie leggera e/o pesante;

c) nella installazione interrata si possono utilizzare i seguenti cavi:

- cavi isolati in gomma etilpropilenica reticolata sotto guaina (del tipo ammesso) direttamente interrati o in tubi protettivi (cavidotti) rigidi pesanti.

3.13 Elementi di percorso, canalizzazioni e cassette di derivazione

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.
Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc. Negli impianti industriali, il tipo di installazione deve essere concordato di volta in volta in relazione tipo di edificio.
Le tubazioni in PVC e polipropilene dovranno essere prodotte con un contenuto di materiale riciclato, ovvero recuperato, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni in ottemperanza alle prescrizioni del capitolo 2.5 del D.M. 23 giugno 2022.
l valore percentuale del contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti, indicato nei seguenti criteri, dovrà essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni, producendo il relativo certificato nel quale sia chiaramente riportato il numero dello stesso, il valore percentuale richiesto, il nome del prodotto certificato, le date di rilascio e di scadenza:

1. una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, quali ad esempio lo schema internazionale EPD© o EPDItaly©, con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo;
2. certificazione "ReMade in Italy®" con indicazione in etichetta della percentuale di materiale riciclato ovvero di sottoprodotto;

3. marchio “Plastica seconda vita” con indicazione della percentuale di materiale riciclato sul certificato.

4. per i prodotti in PVC, una certificazione di prodotto basata sui criteri 4.1 “Use of recycled PVC” e 4.2 “Use of PVC by-product”, del marchio VinylPlus Product Label, con attestato della specifica fornitura;

5. una certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità, con l’indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti.

6. una certificazione di prodotto, rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientri nel campo di applicazione di tale prassi.

Per quanto riguarda i materiali plastici, questi potranno anche derivare da biomassa, conforme alla norma tecnica UNI-EN 16640. Le plastiche a base biologica consentite sono quelle la cui materia prima sia derivante da una attività di recupero o sia un sottoprodotto generato da altri processi produttivi.

I mezzi di prova della conformità qui indicati dovranno essere presentati dall’appaltatore al direttore dei lavori per le necessarie verifiche prima dell’accettazione dei materiali in cantiere.

Negli impianti si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- impianto sottotraccia;
- impianto a vista all'interno del fabbricato

Se l'impianto è previsto per la realizzazione sottotraccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;

- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti.

Il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi; in ogni caso il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm².

Se l'impianto è previsto a vista, i canali o le passerelle dovranno essere del tipo zincato con coperchio, i tubi in acciaio zincato o in pvc con raccordi filettati a seconda del tipo di impianto da realizzare in riferimento alla classificazione dei vari locali; in senso generale dovranno essere adottati i seguenti criteri di base:

- i canali non devono essere riempiti più del 50%
- il tracciato dei canali protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Le curve e i raccordi devono essere effettuati in modo da non pregiudicare la sfilabilità e la resistenza meccanica dei cavi;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurvi corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;

- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi o canali diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia, è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

I tubi o i canali protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a surriscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.
È inoltre vietato collocare nelle stesse canalizzazioni linee di energia con linee telefoniche o reti computers.
Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.
I circuiti degli impianti a tensione ridotta per "antincendio", "antifurto" nonché quelli per impianti telecomunicazioni TD/TP, dovranno avere i conduttori in ogni caso sistemati in tubazioni soltanto in acciaio zincato.

3.13.1 Canalizzazioni interrate

Tutte le canalizzazioni interrate dovranno essere realizzate con tubi di vari diametri in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche di un attrezzo manuale di scavo, ad esempio impiegando tubazioni corrugate del tipo in doppia parete PVC pesante conformi alla norma CEI-EN 50086-1 e CEI-EN 50086-2-4, corredate di traino interno e poste in opera secondo le modalità di posa evidenziate dagli schemi tipici in allegato, conformemente ai relativi schemi planimetrici di distribuzione delle polifore esterne.
Le canalizzazioni interrate dovranno essere realizzate in conformità alle Norme CEI 11-47, con tubi corrugati o rigidi lisci in PVC serie pesante posti ad una profondità di almeno 0,5m dal suolo finito, ovvero a profondità inferiore se adeguatamente protetti da calcestruzzo o per costruzione propria.
Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 2 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in essi contenuti.
Le giunzioni dei tubi ed i raccordi tra questi ed i pozzetti dovranno essere sigillati per impedire l'entrata di acqua e sabbia; le tubazioni dovranno avere un andamento altimetrico tale da impedire il ristagno d'acqua al suo interno; le tubazioni dovranno quindi avere una leggera pendenza verso i pozzetti per impedire il ristagno d'acqua.
I pozzetti per le canalizzazioni interrate, dovranno essere previsti ad ogni sensibile cambio di direzione e comunque ogni 25-30m di percorso, dovranno essere del tipo prefabbricato in cemento di dimensioni minime 400x400mm e altezza adatta al raccordo delle canalizzazioni, con foro di drenaggio dell'acqua piovana sul fondo.
I pozzetti dovranno avere altezza idonea a consentire il raccordo delle canalizzazioni, e le seguenti dimensioni in pianta minime:

- 400x400mm per le condutture di reti di illuminazione pubblica e privata, e per i dispersori di terra;
- 600x600mm per le condutture di reti di telecomunicazione, e per la piccola distribuzione in bassa tensione;
- 800x800mm per le condutture di reti di distribuzione in bassa tensione;
- 1000x1000mm per le condutture di reti e dorsali in media tensione.

Le dimensioni effettive dei pozzetti dovranno essere valutate di volta in volta in funzione della conduttura che devono raccordare, tenendo in considerazione anche gli idonei fattori di prossimità tra le condutture.
Per ciò che riguarda le distanze minime di posa delle condutture in media tensione, queste dovranno essere realizzate secondo quanto stabilito dalle norme CEI 11-17; in particolare dovranno essere mantenuti almeno 30cm di distanza tra il transito di una polifora relativa ai cavi di energia e quella relativa ai sistemi di telecomunicazione. Analogamente dovranno essere mantenute idonee distanze di rispetto (almeno 50cm) nel caso di parallelismi tra le condutture di energia (sia MT che BT) e tubazioni metalliche (condotta gas metano).

Durante le operazioni di posa, si dovrà far attenzione al raggio di curvatura della conduttura, il quale non dovrà mai essere inferiore ad almeno 20 volte il diametro del cavo.
L'ingresso dei cavi all'interno dei fabbricati sarà realizzato a mezzo di tubo corrugato di adeguato diametro con ingresso sempre in salita; l'andamento alti metrico delle tubazioni non dovrà mai essere inferiore ai 50cm se protetto meccanicamente a mezzo di getto in calcestruzzo, mentre dovrà essere portata ad almeno 100cm qualora non vi fosse alcun tipo di protezione meccanica.
Nel caso di canalizzazioni interrate per sistemi elettrici di diverse categorie e di vicinanza con cavi per telecomunicazioni e condotte di distribuzione del gas e dell'acqua dovranno essere sempre previsti nastri di segnalazione indelebili sulla verticale della conduttura, al di sopra della stessa, ad una distanza di circa 0,3 m con indicazione del tipo di impianto sottostante, al fine di agevolare l'individuazione di quest'ultima in caso di operazioni di scavo con operatrici meccaniche, e dovranno essere rispettate le profondità e le distanze di seguito specificate:

SISTEMA	I CATEGORIA (fino a 1000V)	II CATEGORIA (DA 1 A 30kV)
PROFONDITA'	0,5 ÷ 1,2 m	0,8 ÷ 1,2 m
DISTANZA DA CONDUTTURE DI ALTRE CATEGORIE	≥ 0,3 m	≥ 0,3 m
DISTANZA DA CONDUTTURE PER TELECOMUNICAZIONI	≥ 0,3 m	≥ 0,3 m
DISTANZE DA CONDOTTE GAS E ACQUA	≥ 0,5 m	≥ 0,5 m

3.13.1 Tubazioni per le costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI EN 50086. Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature.
Allo stesso modo i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.
La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.
Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.
In particolare, le scatole rettangolari porta apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa.
La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

3.13.2 Canalizzazioni incassate

Tutte le canalizzazioni incassate di nuova fattura devono essere realizzate, nell'ambito di ambienti di tipo ordinario, con tubazioni in PVC flessibile leggero o pesante in conformità alla norma CEI EN 50086; per le canalizzazioni esistenti, è sufficiente assicurarsi dell'integrità di quest'ultime e che non presentino schiacciature o punti di abrasione, fermo restando il rispetto dei coefficienti massimi di stipamento previsti dalle norme.
Nell'impianto previsto per la realizzazione sottotraccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco a parete e/o soffitto oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;

- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti.

- il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi:
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione della linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurvi corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. È ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché, i montanti si derivino dallo stesso contatore di energia e ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia, è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché, essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.) da parte di tubazioni con diametro superiore a 25mm, dovranno essere impiegati dei prodotti di riempimento da iniettare all'interno delle tubazioni, in maniera da realizzare una barriera con pari caratteristiche di resistenza alla classe del compartimento.
Negli attraversamenti di pareti e solai ordinari deve risultare assicurata la continuità della canalizzazione; l'attraversamento di una parete interposta a cassette di derivazione o scatole porta frutti, deve essere realizzato con tubi murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.
I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa ecc. È inoltre vietato collocare delle stesse incassature montanti, colonne telefoniche o radiotelevisive.
Quando esistente, nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

3.13.3 Tubazioni a vista in pvc

Per la realizzazione degli impianti a vista all'interno di ambienti o locali in cui non vi siano problemi di possibili danneggiamenti meccanici, possono essere utilizzate canalizzazioni in tubo a vista in PVC autoestinguente di tipo rigido conformi alla norma CEI EN 61386, corredato di cassette di derivazione apribili con attrezzo e custodie di apparecchiature per installazione a parete, anch'esse realizzate in materiale autoestinguente e certificate dal costruttore per la resistenza alla prova con filo incandescente a 850°C.
Per la separazione dei circuiti di potenza dagli impianti complementari (segnalazioni, illuminazione di sicurezza, illuminazione ordinaria, diffusione sonora, ecc.), devono essere realizzate canalizzazioni separate ed esclusive per ogni tipo di impianto; sono ammesse cassette di derivazione comuni tranne per la

distribuzione dei segnali audio, purché corredate di separatori in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.
Le tubazioni sono fissate a parete od a soffitto con appositi supporti a scatto o a collare ad intervalli non superiori a 50cm; nelle variazioni di direzione o nel raccordo con custodie per apparecchiature e cassette di derivazione, devono essere impiegati unicamente accessori certificati dal costruttore per l'ottenimento del grado di protezione necessario alle condizioni d'installazione; non è ammessa la successione di più curve (max 180 gradi) senza l'interposizione di scatole di derivazione.
Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in esso contenuti.
Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.), devono essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza.
Negli attraversamenti di pareti e solai ordinari deve essere assicurata la continuità della canalizzazione; l'attraversamento di una parete interposta a cassette di derivazione o a scatole porta frutti, deve essere realizzato con tubi murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.

3.13.4 Tubazioni a vista metalliche

Per la realizzazione di impianti particolarmente soggetti ad urti o sollecitazioni meccaniche o che si rendesse necessario conferire un'idonea robustezza meccanica alle installazioni, si devono impiegare tubi in acciaio zincati a caldo serie leggera, scordonati e filettati conformi alla norma CEI EN 61386, unitamente all'utilizzo di cassette di derivazione anch'esse in materiale metallico o similari, con coperchio apribile mediante l'ausilio di un attrezzo e custodie per apparecchiature adatte all'installazione a parete, realizzate in materiale autoestinguente di comprovata robustezza meccanica.
Per la separazione dei circuiti di potenza dagli impianti complementari (cavi bus, telefono, informatici, ecc.), devono essere realizzate canalizzazioni separate ed esclusive per ogni tipo di impianto; sono ammesse cassette di derivazione comuni purché corredate di separatori in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.
All'interno delle tubazioni metalliche, è consentito unicamente l'impiego di conduttori a doppio isolamento 0.6/1kV; per le condutture esistenti e non oggetto d'intervento, è ammesso il mantenimento di conduttori a semplice isolamento 450/750V all'interno delle stesse, purché vengano fatte tutte le verifiche necessarie, quali la misura dell'isolamento ed un esame a vista sullo stato delle condutture.
Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in esso contenuti; non è consentita la posa singola di conduttori unipolari o di più conduttori appartenenti alla stessa fase all'interno delle tubazioni metalliche ma solamente in raggruppamenti come circuiti trifasi o monofasi la cui risultante dei flussi magnetici concatenati sia uguale a 0.
Devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a salvaguardare l'integrità dell'isolamento del cavo, come la sbavatura interna del tubo e l'impiego di appositi testatubo anti-abrasione al termine di ogni tubazione.
La derivazione delle tubazioni dalle canalizzazioni o dalle scatole di distribuzione, dovrà essere realizzata in modo tale da garantire sempre il raggio minimo di curvatura del conduttore che comunque, non dovrà mai essere inferiore a 5 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto.
Le tubazioni sono fissate a parete od a soffitto con supporti a collare ad intervalli non superiori a 120 cm; nelle variazioni di direzione o nella derivazione dalle canalizzazioni di distribuzione, devono essere impiegati unicamente accessori certificati dal costruttore al fine di garantire la continuità del collegamento equipotenziale di terra e l'ottenimento del grado di protezione.
Tutte le tubazioni nonché le scatole di derivazione metalliche nel caso di transito di condutture del tipo a semplice isolamento, devono essere collegate all'impianto di terra a mezzo di collari od accessori atti a garantire la robustezza meccanica della connessione.
L'ottenimento del grado di protezione sulle scatole di derivazione o sugli utilizzi è realizzato con idoneo pressacavo serrato direttamente sul cavo interrompendo circa 20cm prima la conduttura in tubo metallico nel caso di derivazione della stessa dalla canalizzazione.

Nel caso la tubazione fosse derivata da una cassetta a tenuta, l'ottenimento del grado di protezione viene realizzato direttamente con il tubo corredato di appositi accessori.
Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.) devono essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza.
Negli attraversamenti di pareti e solai ordinari deve essere assicurata la continuità della canalizzazione; l'attraversamento di una parete interposta a cassette di derivazione o scatole porta frutti, deve essere realizzato con tubi murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.

3.13.5 Distribuzione in canale metallico

La realizzazione di vie cavo in posa aerea sospesa o fissate a strutture destinate alla distribuzione dei circuiti di distribuzione primaria all'interno dell'edificio, dovrà essere realizzata unicamente attraverso l'impiego di passerelle in acciaio zincato del tipo Sendzimir, con ribordatura, conforme alle norme CEI23-93 e corredato di appositi accessori per assicurare il raccordo meccanico tra i vari pezzi; per la distribuzione secondaria di servizio e degli impianti speciali, potranno essere impiegate canalette del tipo asolate, anch'esse corredate di ribordatura, corredate di accessori per il raccordo e le variazioni di percorso. Non saranno ammessi in nessun caso adattamenti meccanici eseguiti in opera delle canalizzazioni.
In alternativa per la sola distribuzione posta in controsoffitto o sotto pavimentazione galleggiante, potranno essere usate delle passerelle del tipo a rete metallica conformi alla norma CEI EN 61537 (CEI 23-76).
Il canale verrà posato su staffe a mensola fissate a parete od a sospensione dal soffitto (salvo diverse indicazioni della D.L.), ad intervalli non superiori 1.8-2m (ridotto a 1,5m nel caso di passerelle a rete) e comunque in grado di garantire una buona resistenza meccanica al peso; sarà compito dell'impresa esecutrice la scelta, lo studio e l'impiego delle modalità di staffaggio più idonee a servizio delle vie cavo, in relazione alle effettive condizioni d'installazione ed alla scelta della tipologia dei materiali, dopo averlo preventivamente concordato con la D.L
Al fine di garantire l'integrità dell'isolamento dei cavi da eventuali abrasioni derivanti da adattamenti o tagli realizzati in opera, tutte le lamiere devono essere opportunamente sbavate o ribordate; in qualsiasi caso non sono ammessi cambiamenti di direzione o di piano con angoli vivi di curvatura a 90 gradi.
Nei tratti verticali delle canalizzazioni, tutti i cavi devono essere ammarati con fascette in materiale termoplastico anti-allentamento in modo da scongiurare eventuali tensioni od allentamenti delle condutture; tutte le canalizzazioni con posa verticale, devono essere corredate di coperchio di protezione.
In corrispondenza dei punti di smistamento di più canalizzazioni, è consentito l'utilizzo di cassette di diramazione tipo "PULL-BOX", purché lo smistamento dei cavi venga realizzato mantenendo un certo ordine, salvaguardando la possibilità di futuri ampliamenti od interventi; l'ingresso delle canalizzazioni ai PULL-BOX deve essere opportunamente raccordato a mezzo di apposite flange di fissaggio, al fine del conseguimento del grado di protezione.
Devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8.
Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.), devono essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza.
Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.
La posa in opera delle condutture all'interno delle vie cavo dovrà avvenire con un certo ordine, evitando accavallamenti e giri tortuosi del conduttore, salvaguardando il coefficiente di stipamento che non dovrà mai superare il 50% dello spazio utile.
All'interno dei canali devono essere posate unicamente delle condutture a doppio isolamento 0.6/1 kV (ex grado 4); nel caso di condutture esistenti e non oggetto d'intervento, si ritiene sufficientemente sicuro il mantenimento di tali conduttori, purché vengano adottati tutti gli accorgimenti necessari a garantire l'integrità del rivestimento durante le operazioni di posa dei nuovi cavi, nonché collegando a terra in più punti tutta la canalizzazione e verificando, a fine lavori, il valore della resistenza d'isolamento di tutta la conduttura.
All'interno delle canalizzazioni metalliche, non è ammessa alcun tipo di derivazione delle condutture se non realizzate all'interno di apposite scatole di derivazione; l'ingresso dei cavi all'interno quest'ultime, deve

avvenire a mezzo di pressacavi al fine del conseguimento dell'idoneo grado di protezione dai contatti diretti ed indiretti (minimo IP44).
L'uscita del cavo dal canale deve essere realizzata anch'essa a mezzo pressacavi, per salvaguardare l'integrità dell'isolamento da possibili danneggiamenti od incisioni.
Non è ammessa la derivazione singola dal canale di conduttori unipolari ma unicamente raggruppati agli altri conduttori dello stesso circuito; in caso di necessità di tale realizzazione ed in caso di condutture con sezioni superiori ai 16mm², occorre predisporre una flangia di materiale isolante completa di pressacavi da fissare sul canale, dopo averne predisposto l'asolatura.

3.13.6 Distribuzione in canale di PVC

Per la distribuzione in canale di PVC, dovranno essere utilizzate canaline fissate a vista in materiale termoplastico autoestinguente, conforme alle normative CEI 23-32 e corredate di appositi accessori per assicurare un grado di protezione complessivo non inferiore a IP40.
Per la separazione dei circuiti e degli impianti, dovranno essere previsti appositi separatori per canalina e cassette di derivazione con coperchio apribile con attrezzo e separatori interni certificati dal costruttore.
Le canaline di distribuzione dovranno essere fissate a parete o a battiscopa con tasselli sul fondo, alternati il più vicino possibile ai bordi, ad intervalli non superiori a 35cm, con traverse fermacavi intervallate ogni 50cm per garantire la smontabilità del coperchio "con attrezzo".
Giunzioni, variazioni di direzione e derivazioni, dovranno essere eseguite con opportuni giunti lineari, snodati od angolari e adattatori certificati dal costruttore per il grado di protezione dell'insieme richiesto in fase progettuale.
I raccordi canalina-tubo incassato e canalina-tubo a vista, dovranno essere eseguiti con cassetta di derivazione per canalina, i raccordi canalina-quadri elettrici, dovranno essere realizzati con appositi adattatori.
Interruttori, prese e componenti vari per impianti serie "civile", dovranno essere installati in contenitori per apparecchi della stessa serie; la sezione delle canaline dovrà essere doppia di quella interessata dai cavi in essa contenuti.
Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.), dovranno essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza, tipicamente dei sacchetti termoespandenti opportunamente collocati secondo le prescrizioni del fornitore
Negli attraversamenti di pareti e solai ordinari dovrà essere assicurata la continuità della canalizzazione; l'attraversamento di una parete interposta a cassette di derivazione o a scatole porta frutti, dovrà essere realizzato con tubi o canaline murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.
Negli attraversamenti dei solai, la canalina ed il coperchio dovranno essere continui e sigillati almeno nel tratto compreso tra 20cm dal soffitto e 30cm dal pavimento.

3.13.7 Scatole e cassette di derivazione

Le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite solo all'interno di apposite cassette di derivazione con morsetti o morsettiere conformi alle Norme CEI.
Nelle scatole per frutti e per componenti elettrici non sono ammesse connessioni e morsetti.
Le cassette di derivazione dovranno essere metalliche o in materiale isolante autoestinguente e, in quanto possibile, della stessa serie del sistema di distribuzione (canale o tubo in PVC e canale o tubo metallico).
Di norma le scatole o cassette di derivazione dovranno essere previste ad ogni brusca deviazione di percorso delle tubazioni, comunque ogni 15 m nei tratti rettilinei e / o all'ingresso di ogni locale alimentato.
Le tubazioni dovranno essere raccordate a filo interno con spigoli e sporgenze lisciate per evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.
Le cassette di derivazione dovranno avere coperchio apribile con attrezzo e dovranno essere corredate di appositi accessori di fissaggio e di raccordo alle canalizzazioni per assicurare in opera il grado di protezione richiesto nella descrizione dei lavori; le cassette di derivazione metalliche dovranno essere corredate di apposito morsetto di terra.

Nel caso di canalizzazioni per la distribuzione di diversi tipi o sistemi di impianti per i quali è richiesta la separazione, dovranno essere previste cassette di derivazione corredate di appositi separatori interni ovvero una cassetta esclusiva per ogni diverso tipo di impianto.
Le cassette di derivazione dovranno essere previste, per quanto possibile, in posizione accessibile e protetta dagli urti.
Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate sul coperchio in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

3.13.8 Morsetti e connessioni

Tutte le connessioni dei vari circuiti dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione con morsettiere fisse numerate ovvero con morsetti trasparenti del tipo a vite unica conformi alle Norme CEI con grado di protezione non inferiore a IP20.
Le linee previste senza derivazioni intermedie dovranno essere dirette e senza morsetti, mentre le altre dovranno essere sezionate soltanto nelle cassette dove sono previste derivazioni.
Tutte le connessioni dei vari circuiti dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione con morsettiere fisse numerate ovvero con morsetti trasparenti del tipo a vite unica conformi alle Norme CEI con grado di protezione non inferiore a IP20; fanno eccezione i morsetti utilizzati sui circuiti dei sistemi di sicurezza resistenti al fuoco, per i quali si richiede l'impiego esclusivo di morsetti di tipo ceramico o similari ad analoga resistenza al fuoco.
Le linee previste senza derivazioni intermedie dovranno essere dirette e senza morsetti, mentre le altre dovranno essere sezionate soltanto nelle cassette dove sono previste derivazioni.

3.14 Modalità di posa

3.14.1 Posa di cavi elettrici isolati, sottoguaina, interrati

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm., sul quale si dovrà distendere poi il cavo (od i cavi) senza premere e senza fare affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm. in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno cm. 15 più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera si dovrà, infine, disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm. 5 od al contrario in senso trasversale (generalmente più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.
Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni ai manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.
Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm. 50 misurando sull'estradosso della protezione di mattoni. Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dalla Ditta Esecutrice.

3.14.2 Posa aerea dei cavi elettrici isolati, non sotto guaina o di conduttori elettrici nudi

Per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI.
La Ditta Esecutrice potrà richiedere una maggiorazione di compensi se deriveranno ad essa maggiori oneri dall'applicazione di nuove norme rese note in data posteriore alla presentazione del progetto.
Se non diversamente specificato in sede di appalto, la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori ecc.) sarà di competenza della Ditta Esecutrice.

3.14.3 Posa aerea di cavi elettrici isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti

Saranno ammessi a tale sistema di posa unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1.000 V, isolati in conformità, salvo ove trattasi di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, alimentazioni per le quali il limite massimo della tensione ammessa sarà considerato di 6.000 V.
Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:

- cavi autoportanti a fascio con isolamento a base di polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata secondo le norme CEI 20-58;
- cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione americana) a mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, intervallati non più di cm 40.

Per tutti questi casi si impiegheranno collari e mensole di amarro, opportunamente scelte fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce di acciaio.
Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto espresso precedentemente per la posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi.

Tutte le connessioni dei vari circuiti dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione con morsettiere fisse numerate ovvero con morsetti trasparenti del tipo a vite unica conformi alle Norme CEI con grado di protezione non inferiore a IP20; fanno eccezione i morsetti utilizzati sui circuiti dei sistemi di sicurezza resistenti al fuoco, per i quali si richiede l'impiego esclusivo di morsetti di tipo ceramico o similari ad analoga resistenza al fuoco.
Le linee previste senza derivazioni intermedie dovranno essere dirette e senza morsetti, mentre le altre dovranno essere sezionate soltanto nelle cassette dove sono previste derivazioni.

3.14.4 Posa di cavi elettrici, isolati, sottoguaina, in cunicoli praticabili

A seconda di quanto stabilito nel capitolato speciale d'appalto, i cavi saranno posati:

- entro canalette di materiale idoneo, come cemento, cemento amianto, ecc..., tenute in sito da mensole in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensole di calcestruzzo armato;
- direttamente sui ganci, grappe, staffe, o mensole in piatto o profilato d'acciaio zincato, ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensole di calcestruzzo armato.

Dovendo predisporre cavo in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di cm. 3, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.
Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc..) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm. 70.
I cavi, ogni m 15-20 di percorso dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

3.14.5 Posa di cavi elettrici, isolati, sottoguaina, in tubazioni interrate o non interrate, od in cunicoli non praticabili

Le tubazioni dovranno risultare con singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.
Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,4 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.
Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.
Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:
- ogni m 30 circa se in rettilineo;
- ogni m 15 circa se con interposta una curva

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

3.14.6 Posa di cavi elettrici, isolati, sottoguaina, in controsoffitto o pavimento galleggiante

Le condutture previste sotto al pavimento galleggiante dovranno essere realizzate con canalizzazioni principali in canale in PVC o in acciaio zincato o smaltato, fissato a pavimento con distanziali di altezza non inferiore a 5cm, con grado di protezione non inferiore a IP40, rispondenti alle specifiche dei rispettivi articoli di capitolato con canali o settori esclusivi per gli impianti di potenza, e per gli impianti ausiliari come specificato nella descrizione dei lavori.
Le derivazioni e le connessioni in genere dovranno essere realizzate in apposite cassette di derivazione fissate al pavimento con distanziali di altezza non inferiore a 5cm, esclusive per ciascuno degli impianti precedentemente specificati e corredate di appositi accessori e raccordi per assicurare il grado di protezione minimo richiesto pari a IP52.
Le linee principali di potenza dovranno essere realizzate con cavi a doppio isolamento e le parti terminali, in derivazione dalle cassette di derivazione per il collegamento dei punti presa a parete o su torretta a pavimento potranno essere realizzate con cavi a doppio isolamento in posa libera.
Le derivazioni dalla canalizzazione principale per le linee degli impianti ausiliari dovranno essere comunque realizzate con guaina di protezione.

Le torrette a pavimento dovranno essere complete di apposite cassette sottostanti che permettano l'accoppiamento torretta / cassetta e cassetta / condutture con grado di protezione specificato nella descrizione dei lavori in relazione alle condizioni ambientali del luogo di installazione.
Eventuali distribuzioni di impianti ausiliari con dotazioni e sviluppi limitati potranno essere realizzate con guaina isolante esclusiva posta all'interno del canale previsto per le linee di altri impianti.
La distribuzione nei contro soffitti dovrà essere realizzata con condutture comprensive di guaina isolante e conduttori unipolari, ovvero cavi a doppio isolamento in posa libera; tutte le derivazioni e le connessioni dovranno necessariamente essere realizzate all'interno di apposite cassette di derivazione con grado di protezione non inferiore a IP40 in prossimità di punti accessibili per controlli e manutenzioni.

3.14.7 Barriere per prevenire la propagazione degli incendi

Sui percorsi principali dei cavi raggruppati in passerelle, canaline aperte o chiuse e cunicoli non riempiti, saranno adottati i seguenti provvedimenti per prevenire la propagazione degli incendi in senso longitudinale:

- saranno poste barriere tagliafiamma in tutti i passaggi di pareti verticali e solette fra compartimenti antincendio distinti.

Le barriere tagliafiamma saranno preferibilmente di tipo facilmente asportabile, avranno tenuta al fuoco equivalente a quella delle strutture che attraversano e saranno comunque corredati di certificato di omologazione CEI o equivalenti.

3.15 Impianti elettrici di comando asserviti agli impianti tecnologici

Tutti i circuiti di potenza faranno capo a quadri di controllo e comando motori espressamente dedicati al comando dei motori, dei ventilatori delle pompe ecc.
I circuiti ausiliari faranno capo ai quadri di regolazione ed ai componenti in campo e, sulla base degli schemi forniti ed allegati al progetto impianti meccanici, essi saranno collegati interconnessi e messi in funzione con criteri di impiantistica elettrica del tutto simile a quella descritta nella presente relazione.
Saranno forniti e posati tutti i cavi di collegamento e collegate tutte le utenze di regolazione, controllo e comando secondo le specifiche degli impianti meccanici.

3.16 Quote di installazione apparecchiature

Per l'installazione delle apparecchiature dovranno essere rispettate le seguenti quote riferite alla mezzeria:

- cassette di derivazione basse	30cm
- prese: a spina, TV, TELECOM, ecc. in ambienti ordinari	45cm
- comandi: punti luce, presa a spina in ambienti ordinari	90/100cm
- pulsanti intervento manuale impianto allarme incendi	110cm
- tastiere e chiavi inserzione impianti allarme antintrusione	120cm
- citofoni e impianti intercomunicanti	140cm
- prese a spina e comandi punti luce (autorimesse e locali di lavoro)	150cm
- termostati ambiente	150/170cm
- posti esterni videocitofoni (se non specificato diversamente dal costruttore)	160cm
- Centralini elettrici interni	140cm
- suonerie e ronzatori (orientativamente)	220cm
- pulsanti chiamata a cordone isolante bagni	230cm
- prese a spina aspiratori bagni (orientativamente)	240cm

4 Caratteristiche tecniche specifiche degli impianti e dei materiali

4.1 Generalità

Gli impianti elettrici ed elettronici dovranno essere realizzati a "regola d'arte" in conformità alla Legge 186/68 al DM n.37 del 22/01/2008, dovranno essere osservate le disposizioni del presente progetto e della direzione lavori, dovrà essere previsto quant'altro non espressamente specificato ma comunque necessario per consegnare gli impianti tutti perfettamente funzionanti.
Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.
I materiali e le apparecchiature dovranno essere corredati del marchio di qualità IMQ e corrispondenti alle specifiche costruttive delle norme CEI e delle tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste esistano, nonché dovranno essere dotate di marcatura CE relativa alla normalizzazione europea.
Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando e manutenzione, adottando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

4.2 Quadri elettrici di BT specifiche generali

4.2.1 Riferimenti normativi:

– CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 2014 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
– CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
– CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
– CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
– CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
– CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali
– CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
– CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.
Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.
I quadri elettrici dovranno essere realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.
La costruzione di un quadro elettrico che consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

4.2.2 Tipologie di quadri elettrici

I quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate. Di seguito sono indicate le tipologie e le caratteristiche che devono avere i quadri elettrici in relazione alle tipologie di utilizzo.

a) Quadro generale

È il quadro che si trova all'inizio dell'impianto e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia, nel caso di consegna dell'energia elettrica in BT, questo è posto a valle del quadro protezione linea che a sua volta è posto subito a valle del contatore.

Quando il distributore di energia consegna in MT, il quadro che si trova immediatamente a valle dei trasformatori MT/BT di proprietà dell'utente viene definito "Power center".

Nel presente appalto il quadro generale di distribuzione "QGD" è di nuova realizzazione e verrà collocato nel locale tecnico elettrico.

Il quadro protezione linea "QPL", anch'esso di nuova realizzazione è previsto all'interno del locale tecnico contenente anche il contatore Enel.

b) Quadri secondari di distribuzione

Sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche ecc. Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

c) Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel presente appalto sono previsti nuovi quadri di zona dedicati ad ogni singolo cluster.

d) Centralini di zona o di locale

Installati a valle dei quadri di reparto, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti in una singola zona o locale (camera degenza, ambulatorio, ecc.).

L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel presente appalto non sono previsti centralini di locale.

e) Quadri locali tecnologici

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Nel presente appalto è stato previsto di dedicare una sezione del quado generale all'alimentazione delle utenze tecnologiche.

4.2.3 Forme di segregazione

Nei quadri di rilevante potenza e in genere dove sono presenti sistemi di sbarre, in funzione delle particolari esigenze gestionali dell'impianto (es. manutenzione), la protezione contro i contatti con parti attive può essere realizzata con particolari forme di segregazione dei diversi componenti interni come descritto di seguito:

- forma 1 = nessuna segregazione
- forma 2a = le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni non sono segregati da sbarre
- forma 2b = le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni sono segregati da sbarre
- forma 3a = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni non segregati da sbarre.
- forma 3b = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni segregati da sbarre.
- forma 4a = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni nella stessa cella dell'unità funzionale associata.
- forma 4b = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni non nella stessa cella dell'unità funzionale associata ma in spazi protetti da involucro o celle singoli e separati.

4.2.4 Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro è sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi.
I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55.
Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

4.2.5 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. È comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

4.2.6 Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo), che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili.

4.2.7 Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.
Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

4.2.8 Predisposizione per ampliamenti futuri

Per i quadri elettrici occorre prevedere la possibilità di ampliamenti futuri, predisponendo una riserva di spazio aggiuntivo pari a circa il 20% del totale installato.

4.2.9 Collaudi

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite secondo le modalità delle norme CEI.
Il fornitore deve fornire i certificati delle prove di tipo effettuate dal costruttore su prototipi del quadro.

4.3 Specifiche particolari per la realizzazione di nuovi quadri elettrici

Dovranno rispondere alle seguenti specifiche tecniche minime i nuovi quadri elettrici di zona o piano inseriti nel presente appalto.

4.3.1 Caratteristiche costruttive comuni

Carpenteria (specifiche comuni)

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, il riferimento per questo valore è l'indice IK definito nella norma CEI EN 50102, non dovrà essere inferiore ad IK07 per i contenitori installati in ambienti ove non sussistano condizioni di rischio di shock, IK08 ove i rischi comportino eventuali danni agli apparecchi ed IK10 negli ambienti ove vi siano probabilità di urti importanti.
Il quadro dovrà essere chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti.
Il grado di protezione, in funzione del luogo di installazione, dovrà essere, come indicato nella norma CEI 64-8:

- $\leq$ IP30 per gli ambienti normali
- $>$ IP30 per ambienti ad usi speciali (ove specificato)

In ogni caso, per evitare l'accesso agli organi di manovra di personale non qualificato, dovrà essere prevista una porta frontale dotata di serratura a chiave.
In caso di porte trasparenti, dovrà essere utilizzato cristallo di tipo temperato
Le colonne del quadro saranno complete di golfari di sollevamento rimovibili una volta posato in cantiere.
Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.
Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.
Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide Modulari o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.
Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.
Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.
Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra.
Per quanto riguarda la struttura dovrà 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.

Verniciatura (specifiche comuni)

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 RAL9001 liscio e semi lucido con spessore medio di 60 micron.

Collegamenti di potenza (specifiche comuni)

Le sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.
Le sbarre orizzontali dovranno essere in rame elettrolitico di sezione rettangolare piene; fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di due sbarre per fase e disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.
Potranno essere utilizzate sbarre di spessore 5 o 10mm, il numero e la sezione dovranno essere adeguati alla In. richiesta.
Per i sistemi sbarre da 125A a 630 A, dovranno essere utilizzati sistemi sbarre compatti ed interamente isolati tipo Powerclip nel caso di posizionamento sul fondo, per installazione in canalina laterale potranno essere utilizzati sistemi tradizionali.
L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre è regolamentato dal costruttore in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati. Detti valori sono riportati sul catalogo del costruttore.
I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali saranno realizzati mediante connettori standard forniti dal costruttore.
Le sbarre principali saranno predisposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentiranno ampliamenti su entrambi i lati.
Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime saranno declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.
Dovranno essere previste delle protezioni interne, aventi grado di protezione 2X o XXB atte ad evitare contatti diretti con il sistema sbarre principale

Derivazioni (specifiche comuni)

Per correnti fino a 100A gli interruttori dovranno essere alimentati, direttamente dalle sbarre principali mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.
Da 160 a 1600A dovranno essere utilizzati collegamenti prefabbricati, forniti dal costruttore, dimensionati in base all'energia specifica limitata dall'interruttore alimentato.
Le sbarre saranno identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.
Tutti i conduttori si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mm^2.

Dispositivi di manovra e protezione (specifiche comuni)

Sarà garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte dello scomparto.
Per facilitare la manutenzione, tutte le piastre frontali dovranno essere montate su un telaio incernierato.
Le distanze tra i dispositivi e le eventuali separazioni interne impediranno che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.
Saranno in ogni caso, garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore
Tutti i componenti elettrici ed elettronici saranno contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Conduttore di protezione (specifiche comuni)

Deve essere in barra di rame e dimensionato per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

Collegamenti ausiliari (specifiche comuni)
Saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mm² per i T.A.
- 2,5 mm² per i circuiti di comando
- 1,5 mm² per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.
Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.
Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.
I morsetti dovranno essere del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.
I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Accessori di cablaggio (specifiche comuni)
Si dovranno utilizzare accessori di cablaggio del costruttore (es. tipo Multiclip, Distribloc o Polybloc per gli interruttori modulari, tipo Polypact per gli interruttori scatolati, ecc.).
La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire all'interno di apposite canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.
L'accesso alle condutture dovrà essere possibile anche dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

Collegamenti alle linee esterne (specifiche comuni)
Per linee contenute in canaline dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.
In caso di quadri da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore, dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.
In ogni caso le linee si attesteranno alla morsettiera in modo adeguato, per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.
Le morsettiere non sosterrà il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a degli specifici profilati di fissaggio.

4.3.2 Specifiche quadri di zona

Tensione di isolamento:	690 V
Tensione di esercizio:	230/400 V
Corrente nominale nelle sbarre:	160 A
Corrente di corto circuito:	10 kA
Frequenza:	50/60 Hz
Tensione ausiliaria:	12-24V
Sistema di neutro:	TT
Sbarre:	3F + N
Materiale carpenteria:	Lamiera
Tenuta meccanica:	IK08
Forma di segregazione:	1
Grado di protezione esterno:	IP40
Grado di protezione interno:	IP20
Larghezza del quadro:	- mm
Altezza del quadro:	- mm
Profondità del quadro:	- mm

4.4 Interruttori di bassa tensione tipo scatolato fino a 630 A

4.4.1 Caratteristiche elettriche generali:

- tensione nominale di impiego (Ue) ≥ 690V CA (50/60Hz)
- tensione nominale di isolamento (Ui) ≥ 800 V CA (50/60 Hz)
- tensione nominale di tenuta all'impulso (Uimp) ≥ 8kV (1,2/50μs)

Categoria A (in conformità con le prescrizioni della norma CEI EN 60947-2)

- Potere d'interruzione di servizio (Ics) pari al 100% del potere di interruzione estremo (Icu), per tutte le tensioni di funzionamento fino a 500V

Al fine di garantire una maggiore durata ed un'elevata affidabilità del prodotto il numero di manovre elettriche degli interruttori deve essere pari ad almeno 3 volte il valore minimo richiesto dalla norma CEI EN 60947-2.
Gli interruttori non devono subire riduzioni delle prestazioni nominali in funzione delle differenti posizioni di montaggio previste.
Devono inoltre poter essere alimentati indifferentemente sia da monte che da valle, anche in presenza di dispositivi differenziali direttamente connessi all'interruttore.
Gli interruttori inoltre devono garantire l'attitudine al sezionamento come previsto dalla norma CEI EN 60947-2. Sul fronte dell'apparecchio deve essere previsto il simbolo che precisa tale attitudine.

4.4.2 Costruzione

Per garantire massima sicurezza, i contatti di potenza devono essere isolati, all'interno di un involucro di materiale termoindurente, dalle altre funzioni quali il meccanismo di comando, lo sganciatore di protezione e gli ausiliari.
Tutti i poli devono essere azionati simultaneamente all'apertura, alla chiusura e allo sgancio dell'interruttore.
Gli interruttori scatolati devono essere disponibili in esecuzione fissa oppure rimovibile/estraibile, sia in versione tripolare che quadripolare. Per le versioni rimovibili/estraibili, un opportuno dispositivo assicurerà l'apertura preventiva dell'apparecchiatura per impedire l'inserzione o l'estrazione ad interruttore chiuso.
Per ottimizzare la standardizzazione dei quadri e migliorare la flessibilità d'impianto le parti fisse degli interruttori estraibili fino a 250 A e da 400 a 630 A devono avere le stesse dimensioni, indipendentemente da:

- livello di prestazione (Icu)
- tipo di sganciatore
- ausiliari elettrici /meccanici

Le parti fisse devono essere inoltre corredate di opportuni dispositivi di sicurezza per garantire un grado di protezione minimo IP20 contro i contatti accidentali in condizione di estratto/rimosso.
Gli attacchi posteriori per il collegamento elettrico di potenza possono essere, indifferentemente, posizionati in verticale e in orizzontale.
Per consentire le operazioni di manutenzione ordinaria in condizioni di massima sicurezza tutti gli interruttori devono avere il doppio isolamento tra la parte frontale ed i circuiti interni di potenza e la parte di potenza dell'interruttore deve essere totalmente isolata dalle parti di comando e dagli ausiliari.
L'interruttore potrà essere dotato di opportuni blocchi meccanici (a serrature, a lucchetti, mediante piombatura) per poter impedire manovre inopportune.
Per soddisfare particolari esigenze di continuità di servizio deve essere possibile realizzare, con opportuni dispositivi previsti dal Costruttore, commutatori di rete manuali o automatici con interblocco mediante aste o cavi.
Gli interruttori scatolati richiesti con protezione differenziale devono essere equipaggiati di un Dispositivo Differenziale a corrente Residua (DDR) applicato direttamente alla base della scatola dell'interruttore.

Il dispositivo di sgancio del DDR deve agire meccanicamente e direttamente sul sistema di sgancio dell'interruttore senza interposizione di sganciatori voltmetrici.
I DDR devono inoltre:

- essere conformi alla norma CEI EN 60947-2, allegato B
- essere immuni contro gli sganci intempestivi secondo le norma CEI EN 60255 e CEI EN 61000.4
- poter funzionare normalmente fino a temperature ambiente di -25°C
- essere alimentati dall'interno dell'apparecchio con la tensione della rete protetta (campo di tensione ammissibile da 200 a 550V); l'alimentazione deve essere trifase ed il funzionamento deve essere garantito anche in mancanza di una fase assicurando lo sgancio dell'interruttore anche in presenza di abbassamenti di tensione fino a 80V
- poter essere dotati di un contatto di segnalazione per indicare a distanza l'eventuale intervento per guasto differenziale

4.4.3 Meccanismo di comando

Gli interruttori devono essere manovrati attraverso una leva di comando, che indicherà in modo chiaro ed univoco le tre posizioni dell'interruttore

- I (on);
- Tripped (sganciato)
- (off)

e devono essere equipaggiati di un pulsante di test "push to trip" sul fronte per permettere la verifica del corretto funzionamento del meccanismo di comando e dell'apertura dei poli.
Al fine di assicurare l'attitudine al sezionamento (sezionamento visualizzato) conforme alla norma CEI EN 60947-2 § 7-27:

- il comando deve essere concepito in modo tale che la leva di comando possa indicare la posizione di OFF (aperto) solo se i contatti di potenza sono effettivamente aperti e separati
- la posizione OFF della leva di comando corrisponde alla posizione di sezionato
- l'isolamento deve essere assicurato attraverso una doppia interruzione dei circuiti di potenza

L'aggiunta di una manovra rotativa o di un telecomando non deve pregiudicare l'attitudine al sezionamento dell'interruttore.

4.4.4 Limitazione della corrente, selettività

Gli interruttori scatolati devono avere una forte capacità di limitazione della corrente. In caso di cortocircuito, gli effetti termici massimi I^2t devono essere limitati a:

- 106 A^2s per i calibri fino a 250 A
- 5 x106 A^2s per i calibri tra 400 A e 630 A.

Queste caratteristiche consentiranno delle prestazioni elevate di filiazione con gli altri apparecchi di potenza o gli interruttori modulari situati a valle.
Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati di un sistema di sgancio indipendente dallo sganciatore magnetotermico o elettronico. Questo sistema assicurerà lo sgancio dell'interruttore per correnti di cortocircuito elevate. L'interruzione sarà effettuata in meno di 10ms per le correnti di cortocircuito superiori a 25In.
Gli interruttori scatolati hanno installato di serie un dispositivo concepito per sganciare l'interruttore in caso di cortocircuiti elevati. Questo dispositivo deve essere indipendente dagli sganciatori magnetotermici o elettronici.
Gli interruttori scatolati, i cui calibri sono identici ai loro sganciatori, devono assicurare selettività per tutte le correnti di guasto fino a 35kA eff., con tutti gli interruttori a valle, di calibro inferiore o uguale a 0,4 volte quello dello sganciatore a monte.

4.4.5 Ausiliari

Tutti gli ausiliari elettrici devono essere alloggiati in uno scomparto isolato dai circuiti di potenza e devono essere installabili anche da personale di manutenzione ordinaria senza la necessità di regolazione né di utilizzo di attrezzi particolari.
L'identificazione e l'ubicazione degli ausiliari elettrici deve essere indicata in modo indelebile sulla scatola di base dell'interruttore e sugli ausiliari stessi.
Tutti gli accessoriamenti elettrici, ad esclusione del telecomando, non devono comportare aumento di volume dell'interruttore.
Per minimizzare gli stock di ricambi e facilitare le eventuali modifiche alle funzionalità dell'impianto, gli accessori che realizzano le funzioni ausiliarie di segnalazione di:

- stato dell'interruttore
- intervento per guasto
- interruttore scattato

devono essere identici indipendentemente dalla funzione ausiliaria realizzata, dalla corrente nominale e dal potere di interruzione dell'interruttore.
Le bobine di apertura e di chiusura elettrica a distanza potranno essere alimentate in modo permanente, senza contatti di autointerruzione, in modo da realizzare facilmente l'interblocco elettrico dell'apparecchio.
Gli interruttori scatolati devono poter essere equipaggiati di un telecomando a motore. Un selettore “auto/manu” posto sul fronte inibirà il comando a distanza quando posizionato su “manu”; viceversa, quando il selettore sarà posizionato su “auto” sarà inibito il comando manuale dal fronte del telecomando. Una segnalazione a distanza sul modo di funzionamento “manu” o “auto” dove essere possibile. Analogamente dovrà essere possibile la piombatura di una calotta trasparente per inibire l’accesso al selettore “auto/manu”.
La chiusura dell’interruttore telecomandato dovrà avvenire in meno di 80ms, e devono essere possibili 4 cicli al minuto.
Dopo uno sgancio su guasto elettrico (sovraccarico, cortocircuito, guasto di terra), il riarmo a distanza deve essere inibito. Deve essere invece possibile il riarmo a distanza dell’interruttore se l’apertura è stata provocata da uno sganciatore voltmetrico.
Il meccanismo di comando deve essere esclusivamente ad accumulo di energia.
L'aggiunta di un telecomando o di una manovra rotativa deve conservare integralmente le caratteristiche tipiche della manovra diretta quali:

- le 3 posizioni stabili: ON, OFF e TRIPPED
- il sezionamento visualizzato, con la chiara indicazione sul fronte delle posizioni (I) e (O).
- le regolazioni dello sganciatore e i dati di targa dell'interruttore devono rimanere chiaramente visibili e/o accessibili.

4.4.6 Impatto ambientale

Gli interruttori aperti devono avere un impatto ambientale minimo durante tutto il loro ciclo di vita ovvero produzione, distribuzione (imballo e trasporto), esercizio, termine della vita utile.

4.4.7 Sganciatori

Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati di sganciatori completamente intercambiabili assicurando la protezione contro sovraccarichi e cortocircuiti.
Gli sganciatori potranno essere di tipo:

- elettronico o magnetotermico fino a 250A
- solo elettronico per 400 e 630A

Gli sganciatori elettronici e magnetotermici devono essere regolabili e deve essere possibile la piombatura delle regolazioni per impedire l’accesso non autorizzato alle stesse. I valori di regolazione della prima soglia

Lungo Ritardo (Io o Ir a seconda della tipologia di sganciatore) devono essere sempre espressi in Ampere direttamente sul selettore di regolazione posto sul fronte dello sganciatore stesso.
Gli sganciatori elettronici devono essere conformi all'allegato F della norma CEI EN 60947-2 (misura dei valori efficaci di corrente, compatibilità elettromagnetica, ecc.).
Le regolazioni delle protezioni si applicheranno a tutti i poli dell'interruttore.
Gli sganciatori di protezione non devono aumentare il volume dell'interruttore.
Tutti i componenti elettronici hanno una tenuta in temperatura fino a 125°C.

4.4.8 Sganciatori magnetotermici (fino a 250 A)

Caratteristiche:

- Protezione termica regolabile da 0,7 a 1 volta il calibro nominale
- Protezione magnetica fissa per i calibri fino a 200 A
- Protezione magnetica regolabile (da 5 a 10 volte il calibro nominale) per i calibri superiori a 200 A

Sganciatori elettronici (a partire da 40 a)
I campi di regolazione devono essere:

- protezione lungo ritardo (LT) con soglia regolabile da 0,36 a 1 volta il calibro nominale dei TA (In), temporizzazione fissa o regolabile da 0,5s a 16s (valore riferito ad una corrente pari a 6 volte la regolazione della soglia della protezione lungo ritardo)
- protezione corto ritardo (ST) con soglia regolabile da 1,5 volte a 10 volte la regolazione della termica Ir, temporizzazione regolabile da 0 fino a 0,4s o fissa a 40ms
- protezione istantanea (I) con soglia regolabile o fissa (con valori che partono da 1,5 volte In e fino a valori compresi tra 11 e 15 volte In, in funzione del calibro dell'interruttore)
- protezione di terra con soglia regolabile da 0,2 a 1 In, temporizzazione fino a 0,4s

I dispositivi tetrapolari devono prevedere la possibilità di proteggere il neutro con un selettore a 3 posizioni che consentirà di scegliere il tipo di protezione del neutro:

- neutro non protetto
- soglia di protezione del neutro uguale alla metà delle fasi
- soglia di protezione del neutro uguale a quella delle fasi

Su richiesta (nel caso di impianti con presenza di armoniche di ordine 3° o multiple che si richiudono sul neutro generando elevate correnti che possono superare il valore delle correnti di fase) con un selettore a 4 posizioni che consentirà di scegliere il tipo di protezione del neutro:

- neutro non protetto
- soglia di protezione del neutro uguale alla metà delle fasi
- soglia di protezione del neutro uguale a quella delle fasi
- soglia di protezione del neutro uguale a 1,6 volte il valore di regolazione delle fasi (neutro sovradimensionato – OSN: Over Sized Neutral)

4.4.9 Funzioni di controllo

Le seguenti funzioni di sorveglianza del carico devono essere parte integrante degli sganciatori elettronici.
2 LED devono dare indicazioni sullo stato del carico:

- il primo di preallarme sovraccarico (arancione) si accenderà quando la corrente circolante
- sull'impianto raggiungerà il 90% della Ir
- il secondo di allarme sovraccarico (rosso) si accenderà quando la corrente circolante
- sull'impianto raggiungerà il 105% della Ir

Una presa di test sarà disponibile sul fronte dello sganciatore elettronico per consentire, attraverso un opportuno dispositivo di test, di verificare il corretto funzionamento dell'elettronica e del meccanismo di sgancio.

Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati di un auto-test del collegamento tra gli sganciatori elettronici, i trasformatori di corrente e l'azionatore di sgancio dell'interruttore. L'auto-test, realizzato a logica positiva, è visibile attraverso l'illuminazione ad intermittenza di un LED verde, posto sul fronte dello sganciatore, che verificherà il corretto funzionamento della catena di protezione. Questa funzione di auto-test deve essere autoalimentata a partire da correnti di carico > 30A (oppure 15A nel caso di sganciatori elettronici da 40A). La mancanza d'illuminazione intermittente del LED, a fronte di correnti di carico sufficienti all'auto-alimentazione, indicherà un malfunzionamento all'interno della catena di protezione. In funzione della sezione di impianto protetto l'informazione dell'auto-test deve poter essere riportata a distanza attraverso un contatto in uscita o un sistema di comunicazione via BUS.
L'interruttore deve prevedere la possibilità di intervenire aprendo i circuiti di potenza quando le condizioni ambientali dell'interruttore dovessero superare quelle previste dalle specifiche tecniche. Tale funzionalità dove poter essere inibita attraverso opportuna programmazione.

4.4.10 Memoria termica

In caso di sovraccarichi ripetitivi, lo sganciatore elettronico ottimizzerà la protezione dei cavi e dei dispositivi a valle memorizzando le variazioni di temperatura.

4.4.11 Opzioni

Gli sganciatori elettronici a partire da 40A devono consentire di realizzare e installare tutte le opzioni seguenti:
contatti ausiliari per indicare l'origine dello sgancio (Lungo Ritardo, Corto Ritardo, Istantaneo, Guasto di Terra se presente). Questi contatti devono ricevere l'informazione sul tipo di guasto direttamente dallo sganciatore di protezione attraverso un collegamento ad infrarossi, e renderlo disponibile a morsettiera, inoltre deve essere possibile la programmazione degli stessi contatti per consentire l'associazione ad altri parametri elettrici misurati dallo sganciatore di protezione, al fine di realizzare funzioni di preallarme
possibilità di lettura:

- locale sullo sganciatore
- fronte quadro attraverso un opportuno modulo di visualizzazione
- a distanza attraverso trasmissione dei dati via BUS di comunicazione

dei parametri elettrici misurati dallo sganciatore di protezione (correnti, tensioni, energie, THD, ecc.), le regolazioni impostate, gli interventi su guasto, lo stato dell'interruttore, gli archivi degli eventi e degli allarmi, e gli indicatori di manutenzione (numero di manovre elettriche e meccaniche, usura dei contatti, tasso di carico, ecc.).
Tutte queste informazioni devono essere trasmesse direttamente dallo sganciatore, e nel caso delle misure dei parametri elettrici devono essere rilevate attraverso i trasformatori di corrente misti ferro/aria (bobine di Rogowski) interni allo sganciatore stesso per garantire una semplicità d'installazione ed un'elevata precisione della catena di misura (precisione della catena completa TA inclusi: classe 1 per corrente e classe 2 per potenze/energie secondo la norma IEC 61557-12).
Un software, fornito dal costruttore degli interruttori, consentirà l'analisi di questi dati su di un PC e la programmazione degli allarmi in associazione ai contatti.
Su tutti le tipologie di interruttori (calibri e poteri d'interruzione) deve poter essere implementata la funzione di selettività logica delle protezioni corto ritardo e protezione di terra. Tale funzione deve poter essere ottenuta cablando tra di loro i vari interruttori senza l'aggiunta di moduli esterni. Tale funzione deve essere autoalimentata.

4.5 Apparecchi di protezione e di manovra modulari

4.5.1 Riferimenti normativi

- CEI EN 60898 (CEI 23-3)
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5)
- CEI EN 60947-3 (CEI 17/11)

- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50)
- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42)
- CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43)
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44)
- CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45)

4.5.2 Specifiche tecniche varie

In esecuzione unipolare, bipolare, tripolare, quadripolare secondo necessità, devono avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale 230/400V
- Corrente nominale da 6 a 125A
- Durata elettrica: 10.000 cicli di manovra
- Morsetti a mantello con sistema di serraggio anti allentamento
- Meccanismo di apertura a sgancio libero
- Montaggio su guida EN 50022
- Grado di protezione IP20
- Elevata resistenza ad agenti chimici ed ambientali
- Apparecchi tropicalizzati
- Marchio IMQ e marcatura CE

I poteri di interruzione, nominali o effettivi, devono essere indicati secondo la norma CEI 23-3 Fasc.1550/91 (CEI EN 60898) e proporzionati all'entità della corrente di corto circuito nel punto di installazione in cui la protezione è stata montata, come specificato nella norma CEI 64-8.
La gamma deve essere composta dagli apparecchi di seguito indicati.

4.5.3 Interruttori modulari magnetotermici

Apparecchi di tipo tradizionale da utilizzare per ogni tipologia impiantistica, devono avere le seguenti caratteristiche specifiche:

- Caratteristica d'intervento tipo "C"; "B"; "D"
- N° poli 1; 1P+N; 2; 3 e 4
- Ingombro massimo 4 U.M.
- Gamma di corrente nominale da 6 a 125A
- Gamma di Poteri d'interruzione di 4.5, 6, 10 e 25 kA
- Componibili con ampia gamma di accessori

4.5.4 Interruttori modulari magnetotermici compatti

Apparecchi con ingombro ridotto, da utilizzare per impianti di tipo domestico o similare oppure nei casi in cui non vi siano spazi sufficienti per l'installazione di apparecchi tradizionali, devono avere le seguenti caratteristiche specifiche:

- Caratteristica d'intervento tipo "C"
- N° poli 1; 2; 3 e 4
- Ingombro massimo 2 U.M.
- Gamma di corrente nominale da 6 a 32A
- Gamma di Poteri d'interruzione di 4,5; 6 e 10 kA
- Componibili con ampia gamma di accessori
- Cinematismo di scatto del tipo a ginocchiera con acceleratore di intervento in cortocircuito
- Camere spegni arco composte da 12 lamelle in materiale ferromagnetico

4.5.5 Interruttori magnetotermici-differenziali

Apparecchi con ingombro ridotto, da utilizzare per impianti di tipo domestico o similare oppure nei casi in cui non vi siano spazi sufficienti per l'installazione di apparecchi tradizionali, devono avere le seguenti caratteristiche specifiche:

- Caratteristica d'intervento tipo "C"
- N° poli 1; 2; 3 e 4
- Ingombro massimo 4 U.M.
- Gamma di corrente nominale da 6 a 32A
- Gamma di Poteri d'interruzione di 4,5; 6 e 10 kA
- Gamma di classe differenziale tipo "A" e selettivo "S"
- Gamma di corrente nominale differenziale da 30 a 1000 mA
- Componibili con ampia gamma di accessori
- Cinematismo di scatto del tipo a ginocchiera con acceleratore di intervento in cortocircuito
- Camere spegni arco composte da 12 lamelle in materiale ferromagnetico

4.5.6 Differenziali componibili per interruttori magnetotermici

Apparecchi modulari per protezione differenziale da comporre con gli interruttori automatici indicati nei capitoli precedenti, devono avere le seguenti caratteristiche specifiche:

- Potere d'interruzione della combinazione uguale al potere d'interruzione del dispositivo associato
- Potere d'interruzione differenziale nominale verso terra uguale a Icn del dispositivo associato
- Corrente nominale: 25 e 63A
- Gamma di classe differenziale tipo "A" e selettivo "S"
- Gamma di corrente nominale differenziale da 30 a 1000 mA
- Frequenza nominale 50/60Hz
- N° poli 2 e 4
- Ingombro massimo 3,5 U.M.
- Tasto di prova
- Meccanismo differenziale a riarmo manuale
- Segnalazione d'intervento differenziale
- Insensibili a sovratensioni di carattere atmosferico o dovuti a manovre
- Componibili con ampia gamma di accessori

4.5.7 Interruttori differenziali puri

Apparecchi modulari per protezione differenziale senza sganciatori magnetotermici, devono avere le seguenti caratteristiche specifiche:

- Potere d'interruzione differenziale nominale verso terra da 630 a 1000A
- Corrente nominale da 16 a 100A
- Gamma di classe differenziale tipo "A" e selettivo "S"
- Gamma di corrente nominale differenziale da 10 a 300 mA
- Frequenza nominale 50/60Hz
- N° poli 2 e 4
- Ingombro massimo 4 U.M.
- Tasto di prova
- Meccanismo a sgancio libero
- Insensibili a sovratensioni di carattere atmosferico o dovuti a manovre
- Componibili con ampia gamma di accessori

4.5.8 Interruttori di manovra/sezionatori

Gli interruttori sezionatori modulari per apertura/chiusura di circuiti sotto carico (già protetti da sovraccarico e cortocircuito) devono avere le seguenti caratteristiche specifiche:

- Corrente nominale da 16 a 100A
- Frequenza nominale 50/60Hz
- N° poli 1, 2, 3, 4
- Categorie di utilizzo AC-23B(16÷63A); AC-22B(80÷100A)
- Ingombro massimo 4 U.M.

- Rispondenza alle Norma CEI EN60947-3, CEI EN60699-1
- Componibili con ampia gamma di accessori

Gli interruttori rotativi di manovra modulari per apertura/chiusura di circuiti sotto carico (già protetti da sovraccarico e cortocircuito) devono poter essere dotati di accessori di fissaggio che ne permettano l'utilizzo come comando rinviato su portella, interruttore di blocco porta di accesso al quadro, interruttori di emergenza, interruttori di macchina. Devono avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corrente nominale da 16 a 63A
- Corrente nominale di CC condizionata da fusibile (16, 32, 63A) 10kA
- Frequenza nominale 50/60Hz
- N° poli 2, 3, 4
- Categorie di utilizzo AC22, AC3, AC23
- Ingombro massimo 5 U.M.

4.5.9 Fusibili e portafusibili modulari

Apparecchi portafusibili sezionabili modulari saranno predisposti per accogliere fusibili di tipo cilindrico gG. Sezionamento visualizzato conforme alla Norma CEI 64-8 con grado di protezione ad apparecchio aperto IPXXB che consente di effettuare il ricambio in condizioni di sicurezza.

- Dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:
- Corrente nominale da 20 a 50A
- Tensione nominale 400/690V
- Frequenza nominale 50/60Hz
- N° poli 1, 1P+N, 2, 3, 3P+N, 4
- Ingombro massimo 4 U.M.
- Rispondenza alle Norma CEI EN60947-3; IEC 269-3-1

Le caratteristiche tecniche relative ai rispettivi fusibili cilindrici del tipo gG saranno le seguenti:

- Corrente nominale da 2 a 50A
- Tensione nominale 400/500/690V
- Frequenza nominale 50/60Hz
- Dimensioni: 8.5x31.5, 10.3x38, 14x51
- Potere di interruzione: 50kA per dim. 8.5x31.5; 100kA per dim. 10.3x38 e 14x51

4.6 Apparecchi accessori ed ausiliari modulari

4.6.1 Specifiche tecniche varie

La gamma degli apparecchi modulari deve comprendere anche un'ampia serie di accessori e ausiliari elettrici quali contatti ausiliari, sganciatori, comandi, segnalazioni, strumenti di misura, dei quali le caratteristiche tecniche generali devono essere le seguenti:

- Dimensioni modulari
- Design identico agli altri dispositivi modulari
- Ampia gamma di comandi e segnalazioni

4.6.2 Ausiliari elettrici

Gli apparecchi modulari della serie utilizzata dovranno comprendere anche una serie di contatti ausiliari e di sganciatori nel tipo di minima tensione e a lancio di corrente per l'apertura automatica degli interruttori a cui sono associati. Avranno le seguenti caratteristiche:
Contatti ausiliari

- Portata contatti in A.C.: 6/3A 230/400Vca
- Portata contatti in D.C.: 6/1A 24/250Vcc

- Ingombro max. ½ modulo EN 50022

Sganciatori a lancio di corrente

- Tensione nominale: 12÷125Vcc; 12÷415Vca
- Ingombro max. ½ modulo EN 50022

Sganciatori di minima tensione

- Tensione nominale: 24÷48Vcc; 24÷230Vca
- Tensione di sgancio Un-55%
- Ingombro max. 1 modulo EN 50022

4.6.3 Apparecchi di protezione per utilizzatori

Apparecchi modulari adatti alla protezione contro le sovratensioni per linee di energia e trasmissione dati. Dovranno presentare le seguenti caratteristiche:
Scaricatori di sovratensione per linee di energia

- Tensione nominale 230/400V
- Capacità max. di scarica (con curva di prova 8-20μs) da 15 a 40kA
- Cartuccia estraibile
- Ingombro max da 2 a 4 moduli EN 50022

Scaricatori di sovratensione per linee telefoniche e trasmissione dati

- Tensione nominale 230/400V
- Capacità max. di scarica min. (con curva di prova 8-20μs) 10 kA
- Cartuccia estraibile
- Ingombro max. 1 modulo EN 50022

4.6.4 Strumenti di misura

Gli strumenti di misura della serie di apparecchi modulari scelta, dovranno prevedere sia apparecchi analogici, elettromeccanici e digitali.
Per gli apparecchi analogici le caratteristiche principali saranno le seguenti:

- Funzioni minime disponibili nella gamma: voltmetro, amperometro,
- Rispondenza alle Norma CEI EN 61010-1; CEI EN 60051-1/2
- Ingombro max. 3 moduli EN 50022
- Grado di protezione min. (a strumento installato) IP40
- Classe di isolamento II
- Precisione 1.5%
- Valori di fondo scala: da 10 a 60 A per gli amperometri; da 300 a 500 V per i voltmetri

Per gli apparecchi elettromeccanici le caratteristiche principali saranno le seguenti:

- Apparecchi contatori di energia: monofase, risoluzione 0.01kW/h, 5+2 digit, grado di protezione IP40, rispondenza alla Norme CEI EN 61036
- Apparecchi contatore: monofase, risoluzione 1/100h, 5+2 digit, grado di protezione IP40, rispondenza alla Norme CEI EN 60065

Per gli apparecchi digitali le caratteristiche principali saranno le seguenti:

- Funzioni minime disponibili nella gamma: voltmetro, amperometro, analizzatore di rete.
- Rispondenza alle Norma CEI EN 61010-1
- Ingombro max. da 3 a 5 moduli EN 50022
- Grado di protezione min. (a strumento installato) IP40
- Classe di isolamento II

- Precisione min.: amperometro/voltmetro 0.5%; analizzatore di rete 1%
- Valori di fondo scala: da 15 a 1000 A per gli amperometri; da 600 V per i voltmetri
- Relativamente agli analizzatori di rete, questi dovranno quantomeno rilevare i valori delle grandezze di tensione, corrente, cosfi, potenza attiva e reattiva, consumo in kWh e kVarh, ed un grado di protezione minimo di IP20

La serie degli apparecchi di misura dovrà essere completata dai seguenti accessori:
Trasformatori di corrente: consentono la misura di correnti da parte di amperometri, fornendo al secondario una corrente proporzionale alla corrente primaria.

- Corrente secondaria nominale 5A
- Classe da 0.5 a 3 a seconda delle dimensioni
- Adatti a montaggio su cavo o barra, con dimensioni da d. 23mm per cavo o 30x10mm per barra, fino a d.50mm per cavo e 64x20mm per barra
- Rispondenza alle Norme CEI 38-1

Commutatori Voltmetrici/Amperometrici

- Tensione nominale 690V
- Corrente nominale 16A
- Da 4 a 7 posizioni
- Categoria utilizzo AC-12

4.6.5 Apparecchi di segnalazione

Apparecchi modulari adatti alla segnalazione luminosa e acustica, devono avere le seguenti caratteristiche:
a) Segnalazioni luminose

- Tensione di alimentazione: 24V, 230V
- Colore gemme: Trasparente, rosso, verde, giallo, blu
- Attacco lampada: E10
- Ingombro 1 modulo EN 50022
- Morsetti a mantello
- Grado di protezione IP40
- Lampade a LED

b) Segnalazioni acustiche

- Tensione di alimentazione: 12V, 230V
- Ingombro massimo 2 moduli EN 50022
- Morsetti a gabbia
- Livello sonoro da 70 a 80 dB
- Gamma con apparecchio combinato con trasformatore di sicurezza
- Grado di protezione minimo IPXXB

4.6.6 Apparecchi di programmazione e regolazione

La gamma degli apparecchi sopra descritti deve comprendere almeno dei temporizzatori, interruttori orari e programmatori. Vediamo nel dettaglio:
Temporizzatori multifunzione e per luce scale

- Tensione nominale da 24 a 230V
- Portata contatti da 8 a 16 A
- Morsetti di collegamento a gabbia
- Ingombro max. 1 modulo EN 50022

Interruttori orari settimanali/giornalieri

- Tensione nominale 230Vca/130Vcc
- Portata contatti: 16A/250V carico ohmico; 2.5A/230V carico induttivo
- Morsetti di collegamento a gabbia
- Riserva di carica min. 150 h
- Ingombro max. da 1 a 3 moduli EN 50022

Programmatori settimanali

- Tensione nominale 220/240Vca
- Portata contatti: 16A/250V carico ohmico; 2.5A/230V carico induttivo
- Morsetti di collegamento a gabbia
- Intervallo minimo di programmazione 1 minuto
- Riserva di carica min. 150 h
- Ingombro max. da 1 a 2 moduli EN 50022

4.6.7 Apparecchi di comando

La gamma degli apparecchi sopra descritti deve comprendere interruttori, pulsanti luminosi, relè passo-passo e monostabili, contattori. Vediamo nel dettaglio:
Interruttori di comando

- Tensione nominale 230/400V
- Corrente nominale da 16 a 63 A
- Morsetti di collegamento a mantello
- Ingombro da 1 a 4 moduli EN 50022

Pulsanti luminosi con contatto in scambio 1NA, 1NA+1NC

- Tensione nominale 24/230V
- Corrente nominale 16 A
- Morsetti di collegamento a mantello
- Durata min 20000 cicli
- Ingombro max. 1 modulo EN 50022
- Rispondenza normativa alle CEI EN 60974-5-1; IEC 60947-5-1

Relè monostabili

- Tensione nominale di comando 12/24/230V
- Corrente nominale contatti 16 A
- Segnalazione frontale di posizione contatti e comando manuale
- Durata elettrica minima a cosfi 0.9 > 100000 cambi di stato
- Ingombro max. 1 o 2 moduli EN 50022
- Rispondenza normativa alle CEI EN 60967-4-1; IEC 60947-4-1; CEI 17-50

Relè passo-passo

- Tensione nominale di comando 12/24/230V
- Corrente nominale contatti 16 A
- Possibilità di avere uno o più contatti NA, in scambio, NA+NC.
- Durata elettrica minima a cosfi 0.9 > 100000 cambi di stato
- Ingombro max. da1 a 4 moduli EN 50022
- Rispondenza normativa alle IEC 60669-1; IEC 60669-2.

Contattori

- Tensione nominale di comando 24/230Vca, 24Vcc
- Tensione nominale contatti 24/230V

- Corrente nominale contatti 20÷63 A
- Possibilità di avere da 1 a 4 contatti NA, NA+NC, NC.
- Categoria di utilizzo AC-7a (20A); AC-1 (24÷63A)
- Durata elettrica minima a cosfi 0.9 > 100000 cambi di stato
- Ingombro max. da 1 a 3 moduli EN 50022
- Rispondenza normativa alle IEC 61095; IEC 60947-4.

4.7 Linee elettriche indicazioni generali

I cavi per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, posa, tensione, comportamento al fuoco e sollecitazioni esterne e devono essere selezionati in accordo alle seguenti normative:

4.7.1 Requisiti generali - Riferimenti normativi:

CPR – UE 305/11 – regolamento europeo sui prodotti da Costruzione;
CEI 64-8 V4:
CEI-UNEL 00722 - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U0/U non superiori a 0.6/1 kV
CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici
CEI UNEL 00725 - (EN 50334) - Marcatura mediante inscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici
CEI-UNEL 35024/1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI-UNEL 35024/2 - “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI-UNEL 35026 - “Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata
CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata
CEI 16-1 - Individuazione dei conduttori isolati
CEI 20-21 (serie) Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente
CEI 11-17 - (Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo)
CEI 20-40 (HD 516) - (Guida per l'uso di cavi a bassa tensione)
CEI 20-67 - (Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV)
CEI 20-XX - (Guida all’uso e all’installazione dei cavi elettrici e degli accessori di Media Tensione) in preparazione.

4.7.2 Cavi con guaina per tensioni nominali U0/U = 300/500, 450/750 e 0,6/1 kV

I cavi con tensione U0/U inferiore a 0,6/1 kV sono adatti per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato. (es.: centrale di riscaldamento, illuminazione esterna, elevatori, cucine, ecc.) I cavi con tensione U0/U = 0,6/1 kV sono adatti per essere utilizzati oltre che per le installazioni sopraindicate anche per la posa interrata. L’unico cavo con tensione inferiore a 0,6/1kV che può essere interrato è il tipo H07RN8-F (U0/U 450/750 V) appositamente studiato per posa con presenza d’acqua.
CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilpropilenica, alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, non propaganti l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.
CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilpropilenica, alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, non propaganti l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi – Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.

CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilpropilenica, alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo - Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.
CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV - LSOH
CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV - LSOH
CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV – LSOH
CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV.
CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC – Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.
CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.
CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.
CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.
CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI 20-20 - Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. LSOH
CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. - LSOH
CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. - LSOH
CEI-UNEL 35371 - Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. - LSOH
IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – FROR 450/750 V
IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio ed esenti da alogeni (LSOH) – Tensione Nominale U0/U non superiore a 450/750 V – FG17 - 450/750 V – LSOH

4.7.3 Cavi senza guaina per tensione nominale Uo/U = 450/750V

Questi tipi di cavo sono adatti solo per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato.
CEI 20-20/3 - Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa.
CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U: 450/750 V.

CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi- Tensione nominale U0/U: 450/750 V.
CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U: 450/750 V.
IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale u0/u non superiore a 450/750 V

4.7.4 Cavi resistenti al fuoco

Questi tipi di cavo sono adatti per quelle condizioni in cui sia necessario garantire che l'impianto elettrico rimanga in servizio anche se coinvolto da un incendio (es. scale mobili, pompe antincendio, evacuatori di fumo, segnali di allarme, ecc.)
CEI 20-39 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V
CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV. - LSOH
Cavi con tensioni nominali Uo/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45 kV
Questi tipi di cavo sono adatti per posa fissa ed utilizzati nelle reti per la distribuzione di energia elettrica
CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)

4.7.5 Comportamento al fuoco - Riferimenti normativi

CEI EN 60332-1 (CEI 20-35) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato
CEI EN 50266 (CEI 20-22) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio
CEI EN 50267 (CEI 20-37) - Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi
CEI EN 61034 (CEI 20-37) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite
Circa il comportamento al fuoco, i cavi elettrici possono essere distinti in 4 grandi famiglie secondo quanto riportato:

- Cavi non propaganti la fiamma, rispondenti alla Norma CEI 20-35 (EN 60332), la quale verifica la non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale
- Cavi non propaganti l'incendio, rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 50266), la quale verifica la non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio ed in posizione verticale in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 Kg/m oppure 5 Kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m).
- Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi LS0H rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 50266) per la non propagazione dell'incendio e alle Norme CEI 20-37 (EN 50267 ed EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi.
- Cavi LSOH resistenti al fuoco rispondenti alle Norme (serie) CEI 20-36 (EN 50200 - 50362), la quale verifica la capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

La norma CEI 64-8 Sez.751 "Luoghi a maggior rischio in caso di incendio" riporta che, per i cavi, si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti. A tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH). Si ricorda che devono essere rispettate le condizioni riportate nella Norma CEI 64-8 art. 751.04.2.8 b). È vivamente consigliato, per

accrescere la sicurezza di persone e cose, l'utilizzo di cavi di tipo non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impianti non li prevedono come obbligatori (tipo LSOH).

4.7.6 Distinzione dei cavi

I cavi per energia sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.
a) La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H07V-K) e a cavi di tipo nazionale (es. FG16OR16, ecc.). Per tutti i cavi unipolari senza guaina "cordine" sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro. Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo), bianco (polo negativo).
b) La Norma CEI UNEL 00721 specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Questa colorazione è applicabile esclusivamente ai cavi rispondenti a norme Nazionali (es. FG16OR16, FG16OM16, ecc.).

4.7.7 Indicazioni di sicurezza

Quando si fa uso dei colori si applicano le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro; quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase, in tal caso detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone.
- sono vietati i singoli colori verde e giallo

Per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica in accordo alla Norma CEI UNEL 00725. Questa marcatura consiste nel marcare, con un colore contrastante rispetto all'isolante, ogni anime del cavo - L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo Verde.

4.7.8 Condizioni ambientali e di posa

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni della Norma CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20-67 e 20-89.

4.7.9 Portate di corrente

Indicazioni sulle portate di corrente dei cavi sono fornite dalle seguenti Norme CEI-UNEL 35024/1, CEI-UNEL 35024/2, CEI-UNEL 35026, CEI UNEL 35027 e Norme CEI 20-21

4.8 Linee elettriche bassa tensione

4.8.1 Cavi e conduttori per energia

Le altre linee di alimentazione degli impianti, in bassa tensione, in base alle modalità di posa, dovranno essere realizzate con:

- Cavo unipolare senza guaina FS17;
- Cavo unipolare senza guaina FG17;
- Cavo unipolare/multipolare con guaina FG16(O)R16 0.6/1 kV;
- Cavo unipolare/multipolare con guaina FG16(O)M16 0.6/1 kV;
- Cavo unipolare/multipolare con guaina FG18(O)M18 0.6/1 kV;
- Cavo unipolare/multipolare con guaina FG16OH2M16 0.6/1 kV;
- Cavo unipolare/multipolare con guaina FTG10(O)M1 0.6/1 kV;

Le linee in cavo dovranno avere i conduttori contraddistinti dai colori prescritti dalle tabelle CEI-UNEL 00722
La sezione del conduttore di fase non dovrà essere inferiore a 1,5 mm², quella del conduttore neutro dovrà essere uguale a quella del conduttore di fase fino a 16 mm² e pari alla sua metà per valori superiori ma con sezione minima di 16 mm².
Le prescrizioni descritte per il conduttore neutro dovranno essere applicate al conduttore di protezione se contenuto nel medesimo tubo o facente parte dello stesso cavo del conduttore di fase.
Le linee, indicate negli schemi elettrici allegati, sono dimensionate per valori di portata non superiori a quella indicata nelle tabelle CEI - UNEL, per contenere la caduta di tensione, in coda alle stesse, in condizione di massimo carico, entro il 4 % e per sopportare senza danni le sollecitazioni dovute all'energia specifica passante delle protezioni.
I cavi dovranno essere contrassegnati con l'indicazione del numero di pertinenza e del quadro di alimentazione, con apposite fascette marcate con inchiostro indelebile, lungo il proprio percorso ed entro tutte le cassette di derivazione.

4.8.2 Conduttore tipo FS17 (CPR)

Cavo unipolare senza guaina a Marchio Italiano di Qualità, idonei per installazione entro tubazioni a vista o incassate o sistemi chiusi similari, adatti per posa fissa protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchi e di apparecchiature di interruzione e comando, per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata o, in caso di corrente continua, fino a 750V verso terra, dovranno avere le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

Anima	Conduttore: corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
Isolante	PVC qualità S17
Marcatura	Ogni 0.5 ml – Cca-s3, d1, a3 FS17 450/750
Guaina	PVC di qualità RZ, colore VARIO
Tensioni nominali	450/750V
Temperatura di funzionamento	70°C
Temperatura cortocircuito	160°C
Norme di riferimento	CEI 20-20-II/ CEI 20-35 / CEI 20-37-II
Temperatura minima di posa	5°C
Condizioni di posa	In tubo o canalina in aria, entro quadri elettrici.

4.8.3 Conduttore tipo FG17 (CPR)

Cavo unipolare senza guaina a bassissima emissione di fumi e gas tossici, a Marchio Italiano di Qualità, idonei per installazione entro tubazioni a vista o incassate o sistemi chiusi similari, adatti per posa fissa protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchi e di apparecchiature di interruzione e comando, per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata o, in caso di corrente continua, fino a 750V verso terra, dovranno avere le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

Anima	Conduttore: corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
Isolante	HEPR G17
Marcatura	Ogni 0.5 ml. – Cca-s1b, d1, a1 FG17 450/750
Tensioni nominali	450/750V
Temperatura di funzionamento	90°C
Temperatura cortocircuito	250°C
Norme di riferimento	CEI 20-22-III / CEI 20-35 / CEI 20-37 / CEI 20-38
Temperatura minima di posa	- 15°C
Condizioni di posa	In tubo o canalina in aria, entro quadri elettrici.

4.8.4 Cavo tipo FROR 450/750V (NO CPR – no edifici)

Cavi multipolari per energia e segnalamento idonei per l'installazione all'interno in ambienti secchi o umidi e per uso intermittente/temporaneo all'esterno. Adatti per il servizio mobile e per posa fissa (con opportune precauzioni durante l'installazione). Luoghi d'impiego: NON IN EDIFICI.

Anima	Conduttore: corda rossa rotonda flessibile in rame rosso ricotto
Isolante	PVC speciale di qualità TI2
Guaina	PVC speciale di qualità TM1-TI2, colore grigio
Marcatura	Ogni ml.
Tensioni nominali	450/750V per energia - 300/500V per comando-segnalamento
Temperatura di funzionamento	70°C
Temperatura cortocircuito	160°C
Norme di riferimento	CEI 20-20-II/ CEI 20-35 / CEI 20-37-II
Temperatura minima di posa	5°C
Condizioni di posa	In tubo o canale in aria, in aria libera, entro quadri elettrici.

4.8.5 Cavo tipo FG16(O)R16 0.6/1 kV (CPR)

Cavi unipolari e multipolari per energia e segnalamento idonei per l'installazione sia all'interno che all'esterno e adatti per posa fissa. Luoghi d'impiego: edilizia residenziale, industria ed artigianato, fiere, quadri elettrici. Marchio Italiano di Qualità, Caratteristiche indicate nella tabella seguente.

Anima	Conduttore: corda rossa rotonda flessibile in rame rosso ricotto
Isolante	Gomma HEPR ad alto modulo che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.
Guaina	Termoplastica di qualità R16, colore grigio
Marcatura	Ogni ml. Cca-s3, d1, a3 FG16OR16 0,6/1kV
Tensioni nominali	0.6/1kV
Temperatura di funzionamento	90°C
Temperatura cortocircuito	250°C
Norme di riferimento	CEI 20-13 / CEI 20-35 / CEI 20-22-II / CEI 20-37-2/
Temperatura minima di posa	0°C
Condizioni di posa	In tubo o canale in aria, canale interrato, in tubo interrato, in aria libera, direttamente interrato con protezione.

4.8.6 Cavo tipo FG16(O)M16 0.6/1 kV (CPR)

Cavi unipolari e multipolari per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e di gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20 – 38 con modalità di prova prevista dalla Norma CEI 20 – 37) idonei in ambienti a rischio di incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, discoteche uffici, ecc.) I cavi, a Marchio Italiano di Qualità, adatti per posa fissa su muratura e su strutture metalliche all'interno e all'esterno dovranno avere le caratteristiche indicate nella tabella seguente.

Anima	Conduttore: corda rossa rotonda flessibile in rame rosso ricotto
Isolante	Gomma HEPR ad alto modulo che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.
Guaina	Termoplastica di qualità M16, colore verde
Marcatura	Ogni ml. Cca-s1b, d1, a1 FG16OM16 0,6/1kV
Tensioni nominali	0.6/1kV
Temperatura di funzionamento	90°C
Temperatura cortocircuito	250°C
Norme di riferimento	CEI 20-13 / CEI 20-35 / CEI 20-22-III / CEI 20-37 / CEI 20-38
Temperatura minima di posa	-15°C
Condizioni di posa	In tubo o canalina in aria, canale interrato, in tubo interrato, in aria libera, interrato con protezione.

4.8.7 Cavo tipo FG16OH2M16 0.6/1 kV (CPR)

Cavi multipolari per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e di gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20 – 38 con modalità di prova prevista dalla Norma CEI 20 – 37) idonei in ambienti a rischio di incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, discoteche uffici, ecc.) I cavi, a Marchio Italiano di Qualità, adatti per posa fissa su muratura e su strutture metalliche all'interno e all'esterno dovranno avere le caratteristiche indicate nella tabella seguente.

Anima	Conduttore: corda rossa rotonda flessibile in rame rosso ricotto
Isolante	Gomma HEPR ad alto modulo che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.
Schermatura	Treccia di rame rosso
Guaina	Termoplastica di qualità M16, colore verde
Marcatura	Ogni ml. Cca-s1b, d1, a1 FG16OM16 0,6/1kV
Tensioni nominali	0.6/1kV
Temperatura di funzionamento	90°C
Temperatura cortocircuito	250°C
Norme di riferimento	CEI 20-13 / CEI 20-35 / CEI 20-22-III / CEI 20-37 / CEI 20-38
Temperatura minima di posa	-15°C
Condizioni di posa	In tubo o canalina in aria, canale interrato, in tubo interrato, in aria libera, interrato con protezione.

4.8.8 Cavo tipo FTG18(O)M16 0.6/1 kV (CPR)

Cavi unipolari e multipolari per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e di gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20 – 38 con modalità di prova prevista dalla Norma CEI 20 – 37) e resistente al fuoco (limiti previsti dalla Norma CEI 20 – 45 con modalità di prova prevista dalla Norma CEI 20 – 36) idonei in ambienti a rischio di incendio (scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, discoteche

uffici, ecc.) ove sia fondamentale garantire i massimi requisiti di sicurezza, per la salvaguardia delle persone, nei confronti degli incendi e preservare per un certo tempo il funzionamento degli impianti (es. luce emergenza, allarme e segnalazione incendio, sistemi di spegnimento, apertura porte automatiche, ecc.). Cavi con Marchio Italiano di Qualità, adatti per posa fissa su muratura e su strutture metalliche all'interno e all'esterno dovranno avere le caratteristiche indicate nella tabella seguente.

Anima	Conduttore: corda rossa rotonda flessibile in rame rosso ricotto
Isolante	Gomma G18 ad alto modulo che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.
Guaina	PVC di qualità M16, colore azzurro
Marcatura	Ogni ml. B2ca-s1a,d1,a1 FTG186OM16 0,6/1kV
Tensioni nominali	0.6/1kV
Temperatura di funzionamento	90°C
Temperatura cortocircuito	250°C
Norme di riferimento	CEI 20-45 / CEI 20-35 / CEI 20-36 / CEI 20-22-III / CEI 20-37 / CEI 20-38
Temperatura minima di posa	-5°C
Condizioni di posa	In tubo o canalina in aria, canale interrato, in tubo interrato, in aria libera, interrato con protezione.

4.9 Cassette di derivazione e giunzione

Le cassette devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, e costruite in materiale isolante o metallico.
Devono poter essere installate a parete o ad incasso (sia in pareti piene che a doppia lastra con intercapedine) con sistema che consenta planarità e parallelismi.
Nella versione da parete, le scatole devono avere grado di protezione almeno IP44 e IP55 per ambienti particolari o locali tecnici.

4.9.1 Riferimenti normativi

CEI 23-48

4.9.2 Indicazioni per la sicurezza

I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo; sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza "normalizzata".
Tutte le cassette devono poter contenere i morsetti di giunzione e di derivazione.
Per cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere previsti opportuni setti separatori.

4.9.3 Indicazioni di buona tecnica

Nelle cassette di derivazione lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

4.10 Morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle a mezzo di apposite morsettiere e morsetti aventi le seguenti caratteristiche.

4.10.1 Riferimenti normativi

CEI EN 60947-7-1
CEI EN 60998-1
CEI EN 60998-2-2
CEI EN 60998-2-3
CEI EN 60998-2-4

4.10.2 Tipologia di morsetti da prevedere nelle varie condizioni impiantistiche

Morsetti componibili su guida:
EN 50022 (guida a "_")
EN 50035 (guida a "C")
Morsetti per derivazione volanti di tipo a vite a cappuccio

4.11 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi

Il sistema di canalizzazione deve prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

- canale
- testata
- giunzioni piana lineare
- deviazioni
- derivazione
- accessori complementari
- elementi di sospensione
- elementi di continuità elettrica

4.11.1 Riferimenti normativi:

CEI 23-31
CEI EN 60529
Marcatura IMQ

4.11.2 Indicazioni per la sicurezza

I coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).
Il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.
Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema

4.11.3 Indicazioni di buona tecnica

Le prese telefoniche ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 120 mm dal pavimento finito.
Le prese elettriche di serie civili ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8).
Il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia.

4.11.4 Specifiche tecniche varie

I canali dovranno essere di varie tipologie, idonei per

Tipologia installazione

- da installare nel sottopavimento flottante
- da posare a parete
- da posare a soffitto
- da posare sospesi
- da posare in controsoffitto
- da posare in intercapedini ispezionabili

Per alloggiamento di:

- componenti portapparecchi di serie civile
- componenti per dispositivi di protezione per serie modulari

Grado di protezione verso i cavi e alle parti attive:

- almeno IP 20 per i canali forati con coperchio
- almeno IP 40 per i canali chiusi
- almeno IP 44 per i canali chiusi con appositi accessori

Protezione addizionale contro l'accesso a parti in tensione:

- IPXXC
- IPXXD

Deve essere prevista la possibilità di installare i cavi appartenenti ai seguenti circuiti:

- energia
- illuminazione ordinaria
- illuminazione di sicurezza
- ausiliari

I canali saranno previsti nei seguenti materiali:

- alluminio (per canali attrezzati con circuiti prese)
- acciaio verniciato (a scelta della DL per distinguere la tipologia di circuito)
- acciaio zincato Sendzimir (per installazioni interne)
- acciaio zincato a caldo dopo lavorazione (per installazioni esterne)

4.12 Sistemi di passerelle metalliche a filo e loro accessori ad uso portacavi

I sistemi di passerelle metalliche a filo devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto:

- elemento rettilineo
- giunzioni con caratteristiche di continuità elettrica
- accessori complementari
- elementi di sospensione

4.12.1 Riferimenti normativi

CEI EN 61537 - Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
UNI EN 10244-2 - Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio - Rivestimenti di zinco o di leghe di zinco
UNI EN 12329 -Protezione dei materiali metallici contro la corrosione – Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio

UNI EN ISO 1461 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
UNI EN 10088-2 - Acciai inossidabili. Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.
EN 10142 - Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura

4.12.2 Indicazioni per la sicurezza

Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema
Nel caso di coesistenza di circuiti di impianti diversi (telefonici, trasmissione dati, ecc.), devono essere previsti scomparti differenti utilizzando appositi separatori.
Le passerelle saranno previste nei seguenti materiali / finiture:

- acciaio zincato prima della lavorazione (EN 10244-2 per 'filo'; EN 10142 per 'accessori')
- acciaio zincato prima della lavorazione e verniciato (EN 10244-2 per 'filo'; EN 10142 per 'accessori')
- acciaio elettrozincato (EN 12329)
- acciaio zincato a caldo dopo lavorazione (EN ISO 1461)
- acciaio inox AISI 304L decapato e passivato (EN 10088-2)
- acciaio inox AISI 316L decapato e passivato (EN 10088-2)

4.12.3 Tipo di installazione o posa per passerelle

- da installare nel sottopavimento flottante
- da posare a parete
- da posare sospese
- da posare a controsoffitto
- da posare in intercapedini ispezionabili
- da posare su strutture metalliche già esistenti

4.13 Sistemi di Tubi ed Accessori per installazioni elettriche

I sistemi di tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio, ed avere le caratteristiche di seguito indicate.

4.13.1 Riferimenti normativi

CEI EN 61386-1 (Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni generali)
CEI EN 61386-21 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori)
CEI EN 61386-22 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori)
CEI EN 61386-23 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori)
CEI EN 61386-24 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati)
CEI EN 60529

4.13.2 Tipo di installazione o posa

- a vista
- incassati in muratura o sottopavimento
- annegati nel calcestruzzo per le costruzioni prefabbricate
- interrati

4.13.3 Indicazioni di buona tecnica

Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm.

Negli ambienti speciali il diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.
Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri.

4.13.4 Specifiche tecniche varie

Caratteristiche secondo la piegatura

- rigidi (CEI EN 61386-21)
- pieghevoli (CEI EN 61386-22)
- pieghevoli/autorinvenenti (CEI EN 61386-22)
- flessibili (CEI EN 61386-23)

Grado di protezione

- IP 40 (Locali comuni)
- IP 44 (Locali M.A.R.C.I.)
- IP 55 (ambienti particolari e locali tecnici)

4.13.5 Tipologia di tubi da prevedere nelle varie condizioni impiantistiche

Tubo da installare sotto intonaco nelle pareti:

- PVC flessibile leggero
- PVC flessibile pesante

Tubo da annegare nel pavimento:

- PVC flessibile pesante
- PVC rigido pesante

Tubo da posare in vista (ambienti ordinari):

- PVC flessibile pesante
- PVC rigido pesante
- tubo PVC rigido filettato
- guaine (guida cavi)

Tubo da posare in vista (ambienti speciali):

- PVC rigido pesante
- in acciaio
- in acciaio zincato
- tubo PVC rigido filettato
- guaine (guida cavi)

Tubo interrato:

- PVC rigido pesante
- PVC flessibile pesante
- cavidotti
- guaine (guida cavi)

4.14 Apparecchiature serie civile da incasso

La serie da incasso da scegliersi dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- essere facilmente reperibile sul mercato
- possedere una vasta gamma di funzioni
- le placche in tecnopolimero dovranno avere un'ampia gamma di colori (almeno 14).
- le scatole da incassare nella parete dovranno essere a 3, 4, 6 moduli allineati o multiple fino a 18 moduli secondo necessità e/o specifiche
- profondità delle scatole da incasso pari a 49mm.
- possibilità di montaggio in scatole esterne con grado di protezione fino a IP55
- gamma comprendente telai per montaggio ad incasso, che garantiscano un grado di protezione minimo IP55 (frontalino).
- Il colore dei frutti potrà essere scelto tra il nero e bianco o, nel caso delle prese a spina, arancio, verde e rosso
- ampia gamma comprendente apparecchiature specifiche per il comfort, sicurezza, rivelazione e regolazione
- comprendere apparecchi da un modulo e può comprendere apparecchi da 2 o più moduli
- consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi da un modulo nelle scatole rettangolari normalizzate
- permettere il fissaggio rapido degli apparecchi senza vite al proprio supporto e rimozione con attrezzo
- permettere il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti

4.14.1 Riferimenti normativi

CEI EN 60669-1: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60669-2-1: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare - Parte 2-1: Prescrizioni particolari - Interruttori elettronici
CEI 23-50: Spine e prese per usi domestici e similari
CEI EN 60898: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
CEI EN 50083-4: Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, segnali sonori e servizi interattivi - Parte 4: Apparecchiature passive a larga banda per impianti di distribuzione con cavi coassiali
CEI EN 60603-7: Connettori per frequenze inferiori a 3 MHz per circuiti stampati - Parte 7: Specifica di dettaglio per connettori a 8 vie, comprendenti connettori fissi e liberi con caratteristiche di accoppiamento comuni, di qualità assicurata
CEI EN 60598-2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza
UNI CEI 70028: Rivelatori di gas naturale e rivelatori di GPL per uso domestico e similare.
UNI CEI 70032: Rivelatori e segnalatori di monossido di carbonio per uso domestico –
Marchio IMQ

4.14.2 Comandi

I frutti devono essere del tipo a montaggio a scatto sui telai portapparecchi ed avere le seguenti caratteristiche:

- Tasto a grande superficie in accordo al D.P.R. 384 relativo alle barriere architettoniche, ed aventi dimensioni in altezza modulare (45 mm) con la possibilità, tramite apposito accessorio, dell'eventuale montaggio in quadri di distribuzione.
- Morsetti doppi con chiusura a mantello e viti imperdibili per il facile serraggio dei conduttori flessibili fino a 4 mm^2 o rigidi fino a 6 mm^2 di sezione.
- Corpo in materiale termoindurente e resistente alla prova del filo incandescente fino a 850 °C.

- Interruttori di comando con corrente nominale di 10A o 16A.
- Pulsanti con ampia gamma comprendente pulsanti con contatti 1NA; 1NC; 2NA; 1NA doppio; 1NA doppio con interblocco meccanico.
- Possibilità di personalizzazione dei tasti ed ampia gamma di tasti intercambiabili con varie simbologie.

4.14.3 Prese a spina

I frutti devono essere del tipo a montaggio a scatto sui telai portapparecchi ed avere le seguenti caratteristiche:

- Dimensioni in altezza modulare (45 mm) con la possibilità, tramite apposito accessorio, dell'eventuale montaggio in quadri di distribuzione.
- Morsetti doppi con chiusura a mantello e viti presvitate ed imperdibili per il facile serraggio dei conduttori flessibili fino a 4 mm² o rigidi fino a 6 mm² di sezione.
- Corpo in materiale termoindurente e resistente alla prova del filo incandescente fino a 850 °C.
- Ampia gamma comprendente:
  - prese a standard italiano (poli allineati) da 10A; 16A; bivalenti 10/16A
  - prese a standard tedesco 16A con terra laterale e centrale
  - prese a standard italiano bivalente e tedesco con terra laterale e centrale
  - Alveoli protetti con schermi di sicurezza contro l'introduzione del filo da 1 mm
  - Possibilità di ampia scelta di colori, quali ad esempio nero, bianco, verde, arancio e rosso, per la suddivisione ed individuazione dei diversi servizi e/o dei circuiti

4.14.4 Prese TV

La serie adottata dovrà comprendere prese TV per ricezione di segnali terrestri e satellitari conformi alla norma EN 50083.
La gamma comprenderà prese di tipo passante, terminale o diretta.
La gamma di frequenza dovrà essere da 5 a 2400 MHz al fine di poter utilizzare il canale di ritorno che servirà in un prossimo futuro per la fruizione di servizi interattivi.
I connettori dovranno essere di tipo IEC maschio con diametro 9,5 mm o di tipo "F"

4.14.5 Prese telefono/dati

La serie adottata dovrà comprendere prese per fonia e dati con un'ampia gamma di scelta, comprendente:

- connettore telefonico RJ11
- connettore telefonico RJ11 doppio in un modulo
- connettore telefonico RJ12
- connettore per trasmissione dati/fonia RJ45 non schermato

4.14.6 Segnalazioni

La serie adottata dovrà comprendere segnalazioni luminose e acustiche quali:

- Spia singola alimentata a 12/24/230V di colore rosso
- Spia singola alimentata a 12/24/230V di colore verde
- Spia singola alimentata a 12/24/230V di colore ambra
- Spia singola alimentata a 12/24/230V di colore trasparente
- Spia singola alimentata a 12/24/230V di colore azzurro
- Spia doppia alimentata a 12/24/230V di colore rosso/verde
- Segnapasso con fascio di luce regolabile alimentato a 127-24V di colore opale
- Segnapasso con fascio di luce regolabile alimentato a 127-24V di colore rosso
- Segnapasso con fascio di luce regolabile alimentato a 127-24V di colore verde
- Segnapasso con fascio di luce regolabile alimentato a 127-24V di colore ambra
- Segnapasso con fascio di luce regolabile alimentato a 127-24V di colore azzurro
- Suoneria alimentata a 12V o 230V

- Ronzatore alimentato a 12V o 230V
- Segnalatore acustico elettronico combinato

4.14.7 Apparecchi di protezione

La serie civile modulare sarà dotata di interruttori automatici magnetotermici, differenziali e blocchi differenziali componibili, 1P e 1P+N. Le caratteristiche principali della serie saranno le seguenti:

- Tensione 230V
- Gamma delle correnti nominali 6, 10, 16 A
- Potere di interruzione min. 3 kA
- Classe di limitazione 3
- Interruttori magnetotermici con curva caratteristica C
- Interruttori differenziali classe A, Idn pari a 6, 10, 30 mA
- Ingombro max. per interruttori magnetotermici o blocchi differenziali pari a 1 modulo

4.15 Prese e spine industriali

La gamma di prodotti sarà composta da prese e spine mobili e fisse di tipo smontabile per uso industriale, conformi agli standard dimensionali e prestazionali unificati a livello internazionale (IEC 309) e recepiti dalla normativa europea (EN 60309) ed italiana (CEI 23-12).

4.15.1 Prese a spina mobili

La dotazione comprenderà una serie di spine e prese mobili a Norme IEC 309. La gamma dovrà comprendere oltre alle tradizionali spine e prese dritte, anche spine e prese nella versione a 90° che permetteranno di ridurre la sporgenza della spina inserita e le sollecitazioni meccaniche sul cavo. Saranno inoltre dotate di contatto supplementare pilota per la realizzazione dell'interblocco elettrico per le versioni di prese e spine con corrente nominale 63 e 125 A.
Tale serie di prodotti dovrà inoltre comprendere anche prese e spine a cablaggio rapido di nuova concezione, che consentiranno la realizzazione del cablaggio delle stese senza l'utilizzo di viti e senza la necessità di preparazione del conduttore.
In sintesi, le caratteristiche generali della serie di prodotti saranno conformi a quelle di seguito indicate:

- Tensioni nominali 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione
- Tensioni nominali 24V, 42V (50/60Hz, 100÷200Hz, 401÷500Hz, c.c.) per le versioni a bassissima tensione
- Correnti nominali 16, 32, 63, 125 A
- N. poli 2P+PE, 3P+PE, 3P+N+PE per le versioni a bassa tensione
- N. poli 2P, 3P per le versioni a bassissima tensione
- Grado di protezione da IP44 a IP67
- Resistenza agli urti min. IK08
- Glow wire test min 850°C (parti attive)
- Rispondenza alle Norma CEI 23-12/1, CEI 23-12/2, EN 60309-1/2

4.15.2 Prese a spina fisse

La dotazione comprenderà una serie di spine e prese fisse a Norme IEC 309. La gamma dovrà comprendere oltre alle tradizionali spine e prese dritte, anche spine e prese nella versione a 10° e a 90° che permetteranno di ridurre la sporgenza della spina inserita e le sollecitazioni meccaniche sul cavo. Saranno inoltre dotate di contatto supplementare pilota per la realizzazione dell'interblocco elettrico per le versioni di prese e spine con corrente nominale 63 e 125 A.
In sintesi, le caratteristiche generali della serie di prodotti saranno conformi a quelle di seguito indicate:

- Tensioni nominali 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione

- Tensioni nominali 24V, 42V (50/60Hz, 100÷200Hz, 401÷500Hz, c.c.) per le versioni a bassissima tensione
- Correnti nominali 16, 32, 63, 125 A
- N. poli 2P+PE, 3P+PE, 3P+N+PE per le versioni a bassa tensione
- N. poli 2P, 3P per le versioni a bassissima tensione
- Grado di protezione da IP44 a IP67
- Resistenza agli urti min. IK08
- Glow wire test min 850°C (parti attive)
- Rispondenza alle Norma CEI 23-12/1, CEI 23-12/2, EN 60309-1/2

4.15.3 Prese interbloccate fisse per impieghi gravosi

Tale gamma di prodotti sarà costituita da prese di tipo industriale rispondenti allo standard IEC 309, con interblocco meccanico ad interruttore rotativo, con base portafusibili o con guida EN 50022, per applicazioni singole o in batteria su basi modulari. La robustezza dei prodotti e la loro resistenza ai principali agenti chimici ed atmosferici, unitamente ad un elevato grado di protezione dovranno consentire la loro installazione in tutti i luoghi con condizioni ambientali particolarmente gravose.
Tali prese dovranno poter essere tra loro combinabili tramite il montaggio su opportune basi modulari, nelle quali potranno prendere posto anche apparecchi modulari per guida EN 50022.
Saranno anche disponibili prese con interblocco elettrico da 125 A con protezione magnetotermica o magnetotermica differenziale.
In sintesi, le caratteristiche generali della serie di prodotti saranno conformi a quelle di seguito indicate:

- Tensioni nominali 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione
- Tensioni nominali 24V (50/60Hz) per le versioni a bassissima tensione
- Le prese a 24V saranno dotate di trafo 230/24V con potenza min. 160VA
- Correnti nominali 16, 32, 63, 125 A
- N. poli 2P+PE, 3P+PE, 3P+N+PE per le versioni a bassa tensione
- N. poli 2P per le versioni a bassissima tensione
- Grado di protezione IP66 (IP44 prese a bassissima tensione, IP56 prese 125A)
- Resistenza agli urti min. IK10
- Glow wire test min 850°C
- Rispondenza alle Norma CEI 23-12/1, CEI 23-12/2, EN 60309-1/2, CEI 17-11, EN 60947-3, CEI 96-2, EN 60742

4.15.4 Prese interbloccate

Tale gamma di prodotti sarà costituita da prese fisse di tipo industriale rispondenti allo standard IEC 309, con interblocco meccanico costituito da un interruttore che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita. La gamma sarà comprensiva di modelli con interruttore rotativo o con interruttore rotativo e base portafusibili.
Tali prese dovranno poter essere tra loro combinabili tramite il montaggio su opportune basi modulari e cassette di fondo da parete o da incasso, oppure su quadri di distribuzione nei quali potranno prendere posto anche apparecchi modulari per guida EN 50022.
La gamma sarà completata da prese fisse con interruttore di blocco compatte a Norma IEC309, con azionamento dell'interruttore di blocco longitudinale che conferisce al prodotto elevata compattezza, per gli impieghi in cui è richiesto risparmio di spazio.
In sintesi, le caratteristiche generali della serie di prodotti saranno conformi a quelle di seguito indicate:

- Tensioni nominali 110V, 230V, 400V, 500V (50/60Hz) per le versioni a bassa tensione
- Tensioni nominali 24V (50/60Hz) per le versioni a bassissima tensione
- Le prese a 24V saranno dotate di trafo 230/24V con potenza min. 160VA
- Correnti nominali 16, 32, 63 A
- N. poli 2P+PE, 3P+PE, 3P+N+PE per le versioni a bassa tensione
- N. poli 2P per le versioni a bassissima tensione

- Grado di protezione da IP44 a IP55
- Resistenza agli urti min. IK08
- Glow wire test min 850°C (parti attive)
- Rispondenza alle Norme CEI 23-12/1, CEI 23-12/2, EN 60309-1/2, CEI 17-11, EN 60947-3, CEI 96-2, EN 60742, CEI 32-1, CEI 32-5, IEC 127, EN 60269-1/3

4.16 Impianto di illuminazione ordinaria

L'illuminazione ordinaria è prevista con lampade a LED a sospensione, incasso e plafone, di idonee caratteristiche in funzione della destinazione d'uso.

Le caratteristiche dei corpi illuminanti sono riportate nelle piante.

L'impianto di illuminazione ordinaria è stato dimensionato considerando i parametri indicati dalla Norma UNI EN 12464-1 del 2011 indicata nel capitolato prestazionale e qui di seguito riportati:

TIPOLOGIA LOCALE	ILLUMINAZIONE MEDIA	UNIFORMITA' (Emin/Em)	RESA CROMATICA	N° DI RIFERMINETO NORMA UNI 12464
AULA	300 lux	0,6	80	5.36.1
ZONE CORCOLAZIONE, CORRIDOI	100 lux	0,4	80	5.36.17
REFETTORIO	200 lux	0,4	80	5.36.25
SALA PSICOMOTRICITA'	300 lux	0,4	80	5.35.1
AULA MATERNA	300 lux	0,6	80	5.35.3
ATELIER PITTURA	750 lux	0,7	90	5.36.7
ATELIER MUSICA	300 lux	0,6	80	5.36.12
UFFICI, BIDELLERIA, SEGRETERIA, SALARIUNIONI, PRESIDENZA	500 lux	0,6	80	5.26.2
AUDITORIUM	500 lux	0,6	80	5.36.3
BIBLIOTECA - SCAFFALI LIBRI	200 lux	0,6	80	5.36.21
BIBLIOTECA - ZONA LETTURA	500 lux	0,6	80	5.36.22
CUCINA	500 lux	0,6	80	5.36.26
SALA RIPOSO INFANZIA	200 lux	0,4	80	5.36.19
LABORATORIO INFORMATICA	300 lux	0,6	80	5.36.13
INGRESSO - AGORA'	200 lux	0,4	80	5.36.16
MAGAZZINO	100 lux	0,4	80	5.36.24
LABORATORIO DI SCIENZE	500 lux	0,6	80	5.36.11
LABORATORIO DI LINGUE	300 lux	0,6	80	5.36.14
LOCALI TECNICI, CENTRALE TERMICA	200 lux	0,4	80	5.3.1
AREA ESPOSITIVA	300 lux	0,4	80	5.31.1

4.17 Impianto di illuminazione di sicurezza

SCUOLA

Tutte le lampade dovranno avere le caratteristiche previste dal D.M. 26 Agosto 1992 e garantire un'illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo non inferiore a 5 lux.

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà in grado di assicurare un illuminamento orizzontale al suolo sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti, conformemente alle indicazioni della norma UNI EN 1838 e comunque ≥ 1 lx lungo la linea centrale della via d'esodo.

Saranno previsti apparecchi autoalimentati con autonomia di 1h saranno di cl. II e la ricarica avverrà entro 12h come richiesto dalla normativa.

L'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà attivarsi automaticamente in condizione di blackout (mancanza di alimentazione dalla rete ENEL oppure nel caso di un intervento di un interruttore ordinario).

È stato previsto un sistema di illuminazione di sicurezza con apparecchi autonomi installabili sia ad incasso che in esterno all'interno dei locali. Gli apparecchi dovranno essere installati a parete ad altezza indicativa (2,2 - 2,5 m).

Le caratteristiche tecniche e prestazionali (schermatura, grado di protezione, tipologia di sorgente, ecc.) degli apparecchi di illuminazione dovranno comunque essere compatibili con la tipologia e destinazione d'uso dei vari locali. L'impianto è stato progettato in riferimento Al D.M. 26 Agosto 1992 e alla Norna Uni EN 1838.

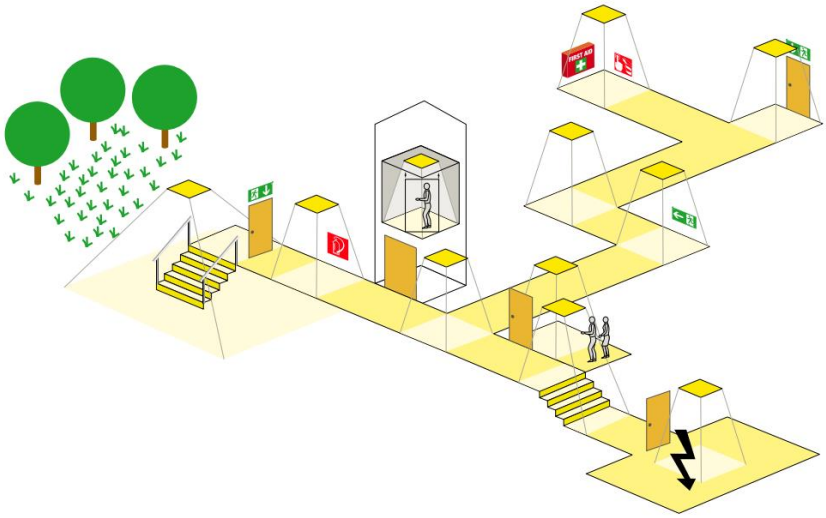
Il sistema di illuminazione di sicurezza è previsto da incasso/esterno con grado di protezione IP20/IP44/IP65 a seconda del luogo di installazione provviste di autoalimentazione (batterie in tampone) con autonomia minima 1 ore e tempo di ricarica inferiore a 12ore. L'installazione sarà a parete/soffitto, deve opportuno e secondo il piano di sicurezza saranno installati cartelli monitori in posizione adiacente alle lampade in maniera da non pregiudicare l'emissione del flusso luminoso.

Per il posizionamento degli Apparecchi per illuminazione di sicurezza o segnaletici per vie di fuga sono state adottate le seguenti regole:

- ad ogni cambio di direzione
- ad ogni incrocio di vie di fuga
- su ogni porta (uscita di emergenza)
- vicino alle scale (entro 2 m)

Per il posizionamento degli Apparecchi per illuminazione di sicurezza nelle vie di fuga:

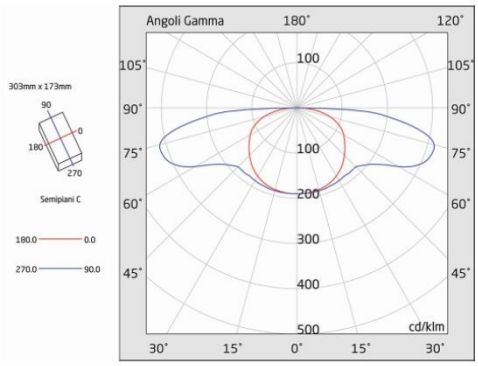
- su ogni porta d'uscita che venga utilizzata in caso di emergenza
- in prossimità* di scale per illuminare direttamente i singoli gradini
- in prossimità* di qualsiasi altro cambio di livello ad ogni cambio di direzione
- ad ogni incrocio di corridoi
- all'esterno e in prossimità* di ogni ultima uscita
- in prossimità* di ogni punto di pronto soccorso e di ogni dispositivo antincendio o di segnalazione
- nel luogo sicuro dove le persone confluiscono, dove si deve raggiungere un illuminamento pari a quello della corrispondente via di esodo (CEI EN 50172 art. 5.4.1)



* in prossimità = distanza orizzontale fino a 2 m

4.17.1 Apparecchi Autoalimentati





Tipo LINERGY – MIRROR 220LM 2H SE REST MODE o similare

- Funzione: Rest Mode (autonomo con modo di riposo)
- Assorbimento: 0,2W
- Autonomia: 2h
- Tipo: SE
- Flusso medio SE: 220lm
- Batteria: Li-FePO4 6,4V 1,5Ah

4.18 Illuminazione esterna

Oltre alle vigenti normative e prescrizioni legislative di carattere generale, le installazioni impiantistiche relative all'illuminazione pubblica sono assoggettate alle seguenti norme e regolamenti specifici:
della Legge Regionale n° 19 del 29/09/2003, alla Delibera della Giunta Regionale n.2263 del 29/12/2005 per l'applicazione della Legge Regionale n.19 del 29/09/2003, ed alle Norme CEI 64-8, Sezione 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno" limitatamente alle caratteristiche elettriche e meccaniche degli impianti.

- Gazzetta Ufficiale n. 244 del 18 ottobre 2017 il decreto 27 settembre 2017 che aggiorna i CAM, 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.
- Norma UNI 11248: "Illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI 13201-2: "Illuminazione stradale: Requisiti Prestazionali";
- Norma UNI 13201-3: "Illuminazione stradale: Calcolo delle prestazioni";
- Norma UNI 13201-4: "Illuminazione stradale: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- Prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali;

4.18.1 Classificazione illuminotecnica dell'intervento

Data la classificazione della strada di cui sopra, s'individua per l'oggetto d'intervento la corrispondente categoria illuminotecnica come da Norma UNI 11248 e dalla UNI 13201-2_2016 si considera la categoria P.

4.18.2 Dati di progetto relativi all'impianto elettrico

Nel presente progetto sono stati indicati tutte le predisposizioni per un'illuminazione esterna conforme alle normative sopra riportate.
La distribuzione avrà origine dal quadro generale di distribuzione "QGD" in cavo multipolare FG16OM16 posato in tubazioni interrate.
Gli apparecchi dovranno essere collegati direttamente alla linea con cavo tipo FG16OM16 in derivazione dalla distribuzione principale. La distribuzione principale è prevista con posa in canalizzazioni interrate con le caratteristiche e le dotazioni indicate nei disegni allegati. La derivazione dalla linea principale per il collegamento del singolo punto luce dovrà essere realizzata all'interno della morsettiera su palo con collegamento in entra-esci e dovrà essere realizzata senza interruzione della conduttura principale.
L'Illuminazione sarà gestita da apposito orologio astronomico (con funzioni, quindi, sia di orologio che di crepuscolare virtuale), oppure in alternativa da orologio abbinato a interruttore crepuscolare con componenti di protezione e comando posti entro il quadro generale distribuzione "QGD", in modo tale da poter configurare i comandi dell'illuminazione esterna in "TUTTA NOTTE" e "MEZZANOTTE".
Nel caso in cui venga utilizzato il sistema di gestione con orologio e interruttore crepuscolare, la corrispondente sonda crepuscolare dovrà essere prevista all'esterno del fabbricato con idonea esposizione, presumibilmente nel lato ovest dell'edificio stesso.
L'impianto di illuminazione è previsto con i punti luminosi nelle quantità e nelle disposizioni indicati nei disegni allegati.

4.19 Impianto trasmissione dati/Telefonia

L'impianto rete dati da realizzare è previsto utilizzando un sistema del tipo a cablaggio strutturato in categoria 6, facente capo al quadro TP/TD posto all'interno del ripostiglio A.07, contenente i pannelli di permutazione per la distribuzione delle prese RJ45 delle postazioni di lavoro e le apparecchiature citotelefoniche e le apparecchiature di regolazione.
Nelle AULE saranno previste postazioni da n.1 presa RJ45 cat.6.
Per le postazioni lavoro degli uffici è prevista la posa di n.2 conduttori per le prese postazione lavoro; i cavi si dovranno attestare direttamente sulla presa tipo RJ45 idonee al servizio in categoria 6.
Nei corridoi saranno previste prese dati a servizio di access-point Wi-Fi per garantire il segnale dati wireless per tutto l'edificio.

Tutta la distribuzione principale sarà realizzata in parte canalizzazione in acciaio zincato con setto separatore posto ne contro soffitto e parte in tubazioni dedicate del tipo incassato.
Tutta la distribuzione secondaria sarà realizzata con corrugati dedicati incassati a parete e/o pavimento.

4.19.1 Cavi in rame per la distribuzione orizzontale

Caratteristiche generali ed elettriche

I cavi utilizzati per il cablaggio strutturato devono essere di tipo UTP (Unshielded Twisted Pair) a 4 coppie conforme agli standard TIA/EIA 568 con prestazioni di categoria 6.
I cavi UTP a 4 coppie sono costituiti da n. 8 conduttori (4 coppie) in rame solido AWG24 (diametro 0,511mm).
Le caratteristiche elettriche e trasmissive che il canale, (costituito per ogni utenza dalla bretella di permutazione, dal cavo, dall'attacco di utente e dalla bretella di utente) dovrà avere, sono quelle specificate negli standard EIA-TIA 568, per la categoria e 6, che per brevità, qui non vengono riportate.

Caratteristiche meccaniche e chimiche

Tutti i cavi in rame devono essere antifiamma e a bassa emissione di fumi (LSZH) secondo le seguenti norme:

- non propagazione dell'incendio (CEI 20-22 III, IEC 60332-3) e s.m.i.;
- non emissione di gas alogenidrici (CEI 20-37 Parte 1, IEC 60754.1) e s.m.i.;
- bassa emissione di fumi opachi (CEI 20-37 Parte 3, IEC 61034) e s.m.i.;
- basso sviluppo di gas tossici (CEI 20-37) e s.m.i.

I cavetti in rame, così come anche tutti gli altri cavi, dovranno essere posati rispettando le indicazioni del costruttore sul raggio minimo di curvatura del cavo stesso. Nel caso in cui l'installazione richieda una trazione, dovranno essere rispettate anche le indicazioni sulla massima forza di tiro e sul minimo raggio di curvatura durante la trazione.
L'installazione e l'attestazione dei cavi in rame alle prese o ai pannelli presso gli armadi deve essere eseguita in osservanza del relativo paragrafo dello standard ISO 11801.
Tutte le prese in rame dovranno essere collaudate con uno strumento certificato ed una procedura conformi alle relative specifiche per la Categoria 6 e per ogni presa dovrà essere fornita la documentazione di tali collaudi (certificazioni di rete controfirmate dal responsabile del cantiere per l'azienda appaltatrice) sia cartacea che in formato elettronico.
Tali certificazioni dovranno essere corredate del certificato di calibrazione della strumentazione utilizzata in corso di validità.

4.19.2 Armadi - caratteristiche generali

Gli armadi che devono essere utilizzati sono:

- armadi 770x600x600 mm (LxPxH) da 15 unità;
- armadi 600x800x1200 mm (LxPxH) da 24 unità;
- armadio 800x800x2000 mm (LxPxH) da 42 unità.

Gli armadi sono destinati al contenimento delle parti attive di rete e delle parti passive di terminazione quali:

- patch panel ottici;
- patch panel per cavi UTP;
- passacavi per cavi ottici;
- passacavi per cavi in rame.

All'interno dell'armadio deve essere raccolta anche la "ricchezza" dei cavi in rame e dei cavi ottici lì terminati. Tale ricchezza deve essere almeno di 5 (cinque) metri.
La dimensione dell'armadio deve essere scelta sulla base del numero di punti doppi previsti per le aree di propria competenza.
Se il numero di punti doppi che interessano l'armadio supera il valore 100 (200 prese), l'armadio da utilizzare deve essere da 42 unità rack, altrimenti da 24 o 15 unità rack.
Gli armadi devono avere grado di protezione IP55.

Ogni armadio deve essere dotato di una porta anteriore trasparente, se viene installato in ambienti protetti non accessibili dal pubblico, in lamiera in caso contrario, e di una porta posteriore in lamiera di acciaio con la possibilità di essere incernierate sia a destra che a sinistra.
Le due porte devono essere dotate di serratura.
L'armadio deve essere equipaggiato con un contatto "Tamper".
Il tetto dell'armadio deve essere equipaggiato con sistemi di ventilazione forzata e relativo termostato.
L'ingresso dei cavi nell'armadio deve avvenire dal basso, salvo casi particolari in cui tale specifica non può essere soddisfatta a causa dell'esistenza di infrastrutture particolari.
Ogni armadio deve essere fornito dei profilati e degli accessori di fissaggio necessari per il suo utilizzo come rack standard EIA 19'', per l'intera altezza dell'armadio stesso. Lo spazio rimanente ai lati dei profilati sarà utilizzato per l'instradamento delle bretelle e dei cordoni, e quindi dovrà essere equipaggiato con opportuni anelli di passaggio.
Lo spazio rimanente sarà utilizzato anche per il fissaggio delle prese di alimentazione degli apparati attivi.
All'interno di un armadio da 42 unità rack devono essere installate n. 10 prese elettriche di tipo universale, mentre all'interno di un armadio da 24 unità rack devono essere installate n. 6 prese di tipo universale. Tali prese devono essere equipaggiate di interruttore magnetotermico opportunamente dimensionato e installate lungo uno dei montanti posteriori dell'armadio.
Ogni armadio deve essere collegato all'impianto di terra secondo le normative vigenti.
Ogni armadio deve essere posizionato in modo che risulti appoggiata alla parete una delle due superfici laterali. Tale posizionamento faciliterà l'accesso all'armadio sia dalla porta anteriore che dalla porta posteriore.
Qualora lo spazio previsto per l'armadio non lo consenta, dovrà essere posizionato in modo da appoggiare alla parete la porta posteriore metallica.
In questo caso l'armadio dovrà essere organizzato in modo da poter accedere al suo interno tramite le pareti laterali. Tali pareti, però, dovranno essere smontabili solo tramite attrezzi meccanici per garantire un minimo di sicurezza rispetto ai tentativi di scasso.
Come già detto, nel cablaggio strutturato per la distribuzione orizzontale, all'interno degli armadi di terminazione dovranno essere posizionati degli opportuni accessori di terminazione e permutazione (permutatori o pannelli di permutazione e relativi passacavi).
Il posizionamento di tali accessori deve essere fatto in questo modo:

- in alto gli accessori di terminazione delle fibre ottiche;
- in basso gli accessori di terminazione dei cavi UTP di categoria 6;
- al centro gli apparati attivi di rete.

4.19.3 Permutatori e prese

Permutatori per cavi in rame

I permutatori o pannelli ripartitori per cavo UTP devono avere una larghezza standard 19" e occupare un'unità rack.
Ogni permutatore per cavi UTP deve consentire la terminazione di n. 24 cavi UTP a 4 coppie di categoria 6 e relative prese.
Il permutatore potrà anche essere da 2 o 3 unità rack, ed in tal caso dovrà consentire la terminazione rispettivamente di 48 o 72 cavi UTP.
I permutatori devono essere installati a partire dall'ultima posizione in basso dell'armadio.
Deve essere installato un passacavo per cavi UTP da un'unità rack ogni n. 2 permutatori da 24 posizioni, ogni n. 2 permutatori da 48 posizioni e ogni n. 1 permutatore da 72 posizioni.
Le bretelle UTP in rame per la connessione tra patch panel e apparati attivi devono essere di lunghezza pari almeno a 1,5 m.

Prese di utente
La presa di utente deve essere costituita, salvo casi particolari, da n. 1 presa del tipo RJ45 della categoria richiesta, a 8 conduttori e in grado di essere allocata all'interno di una scatola del tipo “Ticino 503". La presa utente, nel suo complesso deve essere di colore appropriato all'ambiente dove la presa va installata o altrimenti di colore bianco classico.
Le prese ed i pannelli di connessione dovranno soddisfare le relative specifiche per hardware di connessione di categoria 6.
Le bretelle UTP in rame lato utente devono essere di lunghezza pari almeno a 3 m.

4.19.4 Canale per la distribuzione orizzontale e verticale

All’interno delle canalizzazioni destinate al cablaggio strutturato devono essere posati solo cavi relativi a tale cablaggio; non devono essere presenti altri tipi di impianti.

Canala per dorsali orizzontali o di distribuzione
Se l'ambiente in cui si va ad operare è dotato di controsoffitto con spazio al suo interno sufficiente per la posa della canala di dorsale orizzontale, tale canala dovrà essere in acciaio zincato piena o asolata a sezione rettangolare, non necessariamente coperchiata.
In linea di massima dovrebbe essere posata al centro del controsoffitto per favorire da ambo le parti la realizzazione degli stacchi per servire gli attacchi di utente della zona da servire.
Le canalizzazioni devono essere fissate al soffitto attraverso profilati forati, indicativamente del tipo a U rovesciata, se la canala trova ubicazione al centro della struttura. Altrimenti le canalizzazioni devono essere fissate su una delle pareti laterali attraverso profilati ad L.
La distanza indicativa tra i punti di fissaggio non deve superare i due metri, ma resta comunque responsabilità dell'installatore l'opportuno dimensionamento dei sistemi di fissaggio in base al peso dell'intera infrastruttura una volta completamente occupata dai cavi di distribuzione.
Una volta dimensionata la sezione della canala secondo l’occupazione prevista, la larghezza e l'altezza della canala deve essere individuata tenendo conto che il rispettivo rapporto sia almeno superiore all'unità.
Il dimensionamento della canala deve essere effettuato prevedendo una ridondanza di almeno un 40%, in modo da consentire eventuali espansioni della rete.
Nei canali per la distribuzione orizzontale, i conduttori non devono essere fascettati tramite l'asolatura al fine di consentire facili movimenti ai cavi stessi qualora si renda necessaria una variazione al cablaggio quale ad esempio lo spostamento di prese etc.
Le curve, gli incroci e le derivazioni devono tutte essere effettuate con gli opportuni accessori di canalizzazione di cui il tipo di canale scelte deve essere dotato.
Particolare importanza deve essere data ad eventuali riduzioni di dimensione delle canalizzazioni, anch'esso da effettuare attraverso gli opportuni accessori al fine di evitare infrastrutture che presentano punti di discontinuità taglienti e quindi pericolose per l'integrità dei cavi e per il personale addetto alla manutenzione.
Ogni canala metallica deve essere collegata all’impianto di terra secondo le normative vigenti.
In ambienti privi di controsoffitto, o con controsoffitto non utilizzabile, le canalizzazioni di dorsale destinate alla distribuzione orizzontale devono essere posate a vista lungo i corridoi; ciò obbliga l'utilizzo di canale in PVC.
Tali canali dovranno essere posizionati sulle pareti confinanti il corridoio da una o da ambedue le parti secondo le necessità, ad una distanza di qualche centimetro dal soffitto così da non poter essere raggiunte o accessibili facilmente da estranei.
Le canale dovranno essere dotate di coperchio non facilmente asportabile (deve essere necessario l’utilizzo di almeno un cacciavite per rimuovere il coperchio).
Tutte le curve, incroci e derivazioni dovranno essere realizzati con gli appositi accessori al fine di avere un risultato estetico adeguato all'ambiente su cui si opera, oltre che una maggior protezione intrinseca per i conduttori contenuti all’interno.
Le canale destinate alla realizzazione delle dorsali di distribuzione orizzontale, devono avere dimensioni 110x60, salvo diverse indicazioni derivanti dal numero di conduttori da proteggere.

Canala per dorsali verticali o di edificio
Le canalizzazioni per le dorsali verticali di edificio devono essere del tipo ad acciaio zincato asolate o a scaletta, al fine di consentire il fissaggio dei cavi di dorsale verticale tramite fascettatura.
Dovendo essere di norma installate in locali tecnici non è necessario prevederne il coperchio.
Qualora, in casi particolari, l'installazione della canala non è prevista in locali tecnici ma in ambienti abitati quali uffici, ambulatori, etc. la canala di dorsale deve essere del tipo PVC non propagante la fiamma e di colore tale da essere integrata armonicamente con l'ambiente nel quale va installata.

4.19.5 Etichettatura

Armadi di permutazione
Gli armadi devono essere equipaggiati con una etichetta che ne consenta l'immediata identificazione. Tale etichetta deve essere fissata in alto sulla porta anteriore.
L'etichetta deve essere stampata con apposita macchina etichettatrice elettronica tipo Dymo.
Il nome dell'armadio deve essere possibilmente espresso con tre lettere maiuscole.
Ad esempio, l'armadio del cluster Amministrazione deve essere etichettato con la scritta: AMM che sta a significare.

Pannelli di permutazione per cavi UTP agli armadi
I pannelli di permutazione utilizzati devono essere contraddistinti dalle lettere dell'alfabeto in successione a partire dalla lettera "A", mentre le prese RJ45 devono essere numerate da 1 a 24, 48 o 72, dipendentemente dal pannello utilizzato.
In questo modo ogni presa corrispondente ad un attacco di utente potrà essere individuata semplicemente facendo riferimento al pannello e alla posizione della presa (ad esempio B21 è la presa nella posizione n.21 del pannello B).
Il pannello posizionato più in basso deve essere etichettato con la lettera A.
Le etichette devono essere del tipo di quelle previste per l'identificazione dell'armadio.

PRESE DI UTENTE
Le prese di utente devono essere etichettate con etichette che indichino:

- l'armadio di attestazione relativo;
- la posizione della presa all'interno dei pannelli di permutazione.

Se ad esempio una presa occupa le posizioni 13 e 14 relative al pannello C, dell'armadio AMM, l'etichetta dovrà riportare la seguente scritta: "C13 - AMM - C14".

4.19.6 Dorsali in fibra ottica

CARATTERISTICHE DEI CAVI OTTICI
Le dorsali in fibra ottica devono essere costituite da due cavi ottici di tipo diverso: uno deve avere una capacità di 12 fibre ottiche tipo multimodale 50/125 µm e l'altro di 12 fibre ottiche di tipo monomodale 9/125 µm, ognuna dotata di rivestimento primario e secondario.
Il cavo ottico, destinato alla connessione dei vari nodi al centro stella, deve essere un cavo caratterizzato da una guaina esterna di protezione a bassa emissione di fumi e gas tossici del tipo LSZH e non propagante l'incendio secondo le relative norme CEI.
Nello specifico, essendo prevista una distribuzione entro polifore interrate, i cavi di dorsale devono essere equipaggiati con armatura in filati di vetro a doppio strato per garantire una elevata protezione all'aggressione dei roditori e dell'umidità.
In particolare, devono essere rispettate le seguenti caratteristiche e norme:
non propagazione dell'incendio (CEI 20-22 III, IEC 60332-3) e s.m.i.;
non emissione di gas alogenidrici (CEI 20-37 Parte 1, IEC 60754.1) e s.m.i.;
bassa emissione di fumi opachi (CEI 20-37 Parte 3, IEC 61034) e s.m.i.;

basso sviluppo di gas tossici (CEI 20-37) e s.m.i.

Caratteristiche trasmissive delle fibre ottiche
Tutte le fibre ottiche di ogni cavo devono essere equipaggiate di rivestimento primario e secondario.
Le fibre ottiche multimodali di dorsale devono essere del tipo OM2 a gradiente d'indice e devono rispettare le seguenti specifiche minime:

diametro nominale core per dorsali di campus/backbone	50 μm
Diametro nominale cladding	125 μm
Rivestimento primario	250 μm
Rivestimento secondario	900 μm
Larghezza di banda minima a 850 nm	500 MHz · Km
Larghezza di banda minima a 1300 nm	500 MHz · Km
Attenuazione massima a 850 nm	3,5 dB/Km
Attenuazione massima a 1300 nm	1.0 dB/Km

Tabella 1 - Parametri fibre ottiche multimodali

Le fibre monomodali devono rispettare le specifiche ITU-G652-D con un diametro medio del campo modale di 9 μm.

Accessori di terminazione e permutazione
I permutatori ottici devono avere una larghezza standard di 19" e devono occupare una unità rack.
Ogni permutatore ottico deve consentire l'alloggiamento di n. 12 bussole ottiche duplex per connettori SC sia di tipo multimodale che monomodale.
Nell'attestazione delle fibre al permutatore, deve essere seguito il criterio dell'inversione di ogni coppia.
In sostanza, se nel permutatore di nodo la fibra 1 della coppia 1-2 è posizionata nella parte superiore della bussola SC duplex, in corrispondenza del centro stella la fibra 1 deve essere posizionata nella parte inferiore.
Le bretelle ottiche devono essere terminate con connettori SC-LC di lunghezza pari almeno a 1,5 m.

Modalità di attestazione delle fibre ottiche
La terminazione delle fibre ottiche multimodali e monomodali con connettori SC deve essere realizzata con la tecnica della terminazione, tramite semibretella preconnettorizzata in laboratorio con connettore SC con giunzione a fusione.
La parte interessata dalla giunzione deve essere opportunamente protetta meccanicamente all'interno del patch panel ottico.

Modalità per l'identificazione tramite etichette delle dorsali ottiche
Ogni armadio di nodo deve essere equipaggiato sulla porta anteriore di una etichetta indicante il nome del nodo con 3 lettere (ad esempio, il rack Amministrazione potrebbe essere identificato con l'abbreviazione "AMM").
Ogni patch panel ottico deve essere equipaggiato di una etichetta che riporti il nome della dorsale relativa (ad esempio la dorsale ottica AMM- Centro Stella deve essere denominata AMM-CS, sia sul patch panel corrispondente nel nodo periferico che su quello relativo presso il Centro Stella).
Anche la ricchezza del cavo ottico posizionata all'interno degli armadi di nodo deve essere etichettata allo stesso modo.
Sul patch panel ottico devono poi essere etichettate le posizioni delle fibre con il relativo numero sequenziale ed una lettera che identifichi il tipo di fibra, m se multimodale e s se monomodale (1m, 2m, 3m, ... 12m per le fibre multimodali e 1s, 2s, 3s, ... 12s per le fibre monomodali).

4.19.7 Prese dati in fibra ottica

Le prese ottiche devono essere realizzate con cavo ottico bifibra multimodale del tipo OM2 a gradiente d'indice e devono rispettare le seguenti specifiche minime:

diametro nominale core per dorsali di campus/backbone	50 μm
Diametro nominale cladding	125 μm
Rivestimento primario	250 μm
Rivestimento secondario	900 μm
Larghezza di banda minima a 850 nm	500 MHz · Km
Larghezza di banda minima a 1300 nm	500 MHz · Km
Attenuazione massima a 850 nm	3,5 dB/Km
Attenuazione massima a 1300 nm	1.0 dB/Km

Tutti i cavi utilizzati per le prese ottiche devono essere, antincendio e a bassa emissione di fumi (LSZH) secondo le norme:

- non propagazione dell'incendio (CEI 20-22 III, IEC 60332-3) e s.m.i.;
- non emissione di gas alogenidrici (CEI 20-37 Parte 1, IEC 60754.1) e s.m.i.;
- bassa emissione di fumi opachi (CEI 20-37 Parte 3, IEC 61034) e s.m.i.;
- basso sviluppo di gas tossici (CEI 20-37) e s.m.i.

Le prese ottiche devono essere realizzate utilizzando, per ognuna lato utente, i seguenti materiali:

- n. 1 scatola tipo TICINO 503
- n. 1 bussola ottica SC duplex per fibra multimodale
- n. 2 connettori ottici SC

In corrispondenza di ogni scatola, il cavo bifibra (o i due cavi monofibra) deve essere connettorizzato con i due connettori ottici SC e le terminazioni ottenute devono essere fissate alla bussola SC duplex.
Ogni segmento bifibra (o coppia di monofibre) deve essere attestato con n. 2 connettori ottici SC all'armadio di terminazione utilizzando un pannello di permutazione ottico da una unità rack 19'' equipaggiato di bussole SC duplex.
Le bretelle ottiche multimodali SC duplex lato presa utente devono essere di lunghezza pari almeno a 3 m.
Le bretelle ottiche lato armadio devono essere terminate con connettori SC-LC di lunghezza pari almeno a 1,5 m.

4.20 Certificazioni delle reti e modalità di collaudo

4.20.1 Premessa

Quando vengono realizzati punti di rete, dorsali o prese in fibra ottica, la ditta installatrice deve produrre le relative certificazioni.
Tali certificazioni devono essere prodotte con apposita strumentazione, le cui unità debbono possedere il certificato di calibrazione in corso di validità.
Si distinguono le certificazioni in:

- certificazioni delle prese in rame con cavo a 4 coppie UTP di Cat.6;
- certificazioni delle prese e delle dorsali con cavo ottico multimodale e monomodale.

L'esito positivo del collaudo è subordinato anche alla presentazione, da parte della ditta installatrice delle mappe cd as-built e della documentazione prevista dal D.M. 314/92 (patentino di primo grado) e dal D.M. 37/08.

La committenza potrà anche avvalersi di consulenti esterni o altri soggetti a sua scelta per effettuare i collaudi delle opere effettuate dal fornitore senza che questi possa obbiettare diversamente, nel caso di incarico di collaudo delle opere a soggetti terzi, questi verranno scelti a cura della committenza.
Di seguito si riporta una breve descrizione delle modalità da seguire per la effettuazione delle certificazioni e dei collaudi.

4.20.2 Certificazioni delle prese con cavo in rame UTP CAT.6

Le certificazioni devono essere realizzate per ogni presa RJ45 installata, tramite apposito tester, in grado di misurare tutti i parametri trasmissivi previsti dallo standard TIA-EIA 568, per la categoria 6.
Le misure effettuate dovranno essere consegnate alla committente in formato cartaceo ed elettronico.
Il formato cartaceo deve essere siglato su tutte le pagine dal responsabile di cantiere per la ditta appaltatrice.
I test devono avere risultato positivo sul 100% delle prese misurate, cioè su tutte quelle fornite ed installate.

4.20.3 Certificazioni dorsali in fibra ottica e delle prese in fibra ottica

Per tutte le tipologie di interconnessione a fibre ottiche si richiede la misura dell'attenuazione di sezione bidirezionale con banco ottico e relativa misura della lunghezza ottica.
La differenza operativa tra le varie tipologie è che per le fibre multimodali (di dorsale e prese ottiche) le misure devono essere effettuate sulla prima finestra ottica (850 nm), mentre per le fibre monomodali le misure devono essere effettuate in terza finestra ottica (1550 nm).
Con il termine misura bidirezionale si intende che ogni segmento in fibra ottica deve essere misurata con il trasmettitore ottico da un lato e il misuratore dall'altro e viceversa.
Pertanto, indicando con A e B i lati delle terminazioni di ogni fibra ottica del cavo, si misurerà dapprima un'attenuazione da A→B (AAB in dB) e poi una attenuazione da B→A (ABA in dB).
Le misure andranno riportate su una tabella di cui di seguito si riporta un fac-simile.

Fibre	A→B (dB)	B→A (dB)	Amedia (dB)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Il valore Amedia deve essere calcolato facendo la semisomma tra le attenuazioni AAB e ABA
misurate durante il test rispettivamente nelle due direzioni.
Il valore di attenuazione atteso per ogni tratta, vale a dire l'attenuazione a cui fare riferimento per ogni tratta, deve essere computato secondo la seguente formula:
Attesa[dB] = 2*Ac[dB] + Ng*Ag[dB] + α[dB/Km]*L[Km]
dove
Ac → attenuazione media prevista per un connettore (0.5 dB)
Ng → n.ro di giunti di linea e/o spillamento lungo la tratta in esame
Ag → attenuazione media prevista per un giunto a fusione (0,1 dB)
α → attenuazione specifica della fibra (3,5 dB/Km in prima finestra per le fibre multimodali e 0,3 dB/Km in terza finestra per le fibre monomodali)
L → lunghezza ottica presunta del collegamento in Km

Di norma il numero di giunti di linea non è superiore a 2, corrispondenti agli eventuali giunti necessari per l'attestazione delle fibre ottiche.

4.20.4 Modalità di collaudo delle prese con cavo in rame UTP di CAT.6

Il collaudo da parte della committente verrà effettuato secondo le seguenti fasi:

- analisi delle certificazioni prodotte dalla ditta fornitrice relative alle prese di utente installate;
- collaudo funzionale a campione.

Di seguito si riportano le norme principali a cui attenersi per l'effettuazione del collaudo dell'impianto.
La U.O. Informatica congiuntamente alla ditta fornitrice, effettuerà una serie di misure dei parametri sopra riportati su un numero pari al 20% delle prese installate per ogni armadio di nodo.
Le prese che verranno sottoposte a misura verranno scelte dalla U.O. Informatica.
Il banco di misura da utilizzare e l'operatore devono essere messi a disposizione dalla ditta fornitrice.
Il collaudo avrà esito positivo se tutti i parametri rilevati delle prese scelte a campione rientreranno nei valori previsti dallo standard TIA-EIA 568 per la categoria 6, dipendentemente dalla tipologia di presa richiesta dalla committente, caso per caso.
Inoltre, durante i vari sopralluoghi, verrà ispezionato visivamente ogni armadio di nodo in modo da verificare la esecuzione a regola d'arte di quanto segue:

- ingresso dei cavi nell'armadio;
- allocazione della ricchezza dei cavi e loro fissaggio all'interno dell'armadio;
- corretto posizionamento delle bretelle di connessione agli apparati attivi o di permutazione sui pannelli passacavo;
- corretta etichettatura.

4.20.5 Modalità di collaudo delle dorsali e delle prese in fibra ottica

Al termine delle opere necessarie alla realizzazione delle dorsali e/o delle prese ottiche richieste dalla committente, quest'ultima effettuerà un collaudo a campione sull'installato, così come previsto per le prese di utente in rame.
Il collaudo dei cavi ottici è articolato in 2 fasi principali:

- Prima fase: analisi delle misure sui cavi ottici e relative certificazioni fornite dalla ditta appaltatrice a fine lavori;
- Seconda fase: collaudo dell'installato.

Le 2 fasi del collaudo funzionale sono identiche per le due tipologie di fibra ottica che equipaggiano i cavi: fibra monomodale (sm) o fibra multimodale (mm).
Di seguito se ne riportano le modalità.
L'U.O. Informatica, nella prima fase, analizza la documentazione consegnata dalla ditta appaltatrice, per effettuare le opportune valutazioni sull'esecuzione a regola d'arte delle opere di posa, di giunzione e di terminazione di cavi ottici.
Viene verificato che l'attenuazione totale di sezione, sia per le fibre ottiche monomodali che per quelle multimodali, non si discosti dal valore dell'attenuazione attesa la cui formula per il computo è riportata sopra.
Una volta verificato quanto sopra, la committente procede alla seconda fase (collaudo dell'installato) che viene svolta in presenza della ditta fornitrice.
Il collaudo dell'installato viene effettuato come segue:

- ispezione visiva delle terminazioni e attestazione delle fibre agli armadi di nodo primario e al centro stella;
- misure a campione dell'attenuazione di sezione;

Per quanto riguarda l'ispezione visiva, vengono effettuati i sopralluoghi all'interno dei locali dove sono posizionati i relativi armadi di nodo.

Durante i vari sopralluoghi, pertanto, si ispeziona visivamente ogni armadio di nodo in modo da verificare la esecuzione a regola d'arte di quanto segue:

- ingresso dei cavi ottici all'armadio;
- ricchezza del cavo ottico e suo fissaggio all'interno dell'armadio;
- sguainatura del cavo ottico;
- protezione delle fibre ottiche protette con il solo rivestimento primario passanti;
- protezione delle fibre ottiche protette con il solo rivestimento primario di sezionamento;
- allocazione delle ricchezze delle fibre ottiche dentro il patch-panel ottico;
- protezione del giunto tra ogni fibra e la relativa semibretella;
- corretto posizionamento delle bretelle ottiche di connessione agli apparati attivi o di permutazione sui pannelli passacavo;
- corretta etichettatura.

Qualora si rilevino delle discrepanze con quanto riportato nelle specifiche tecniche del presente documento il collaudo proseguirà se necessario verso gli altri nodi, ma la ditta fornitrice deve intervenire in modo da conseguire tempestivamente l'esecuzione a regola d'arte della sezione eventualmente collaudata con esito negativo.
Per quanto riguarda infine le misure di attenuazione di sezione, l'U.O. Informatica richiede alla ditta fornitrice di eseguire a campione una serie di misure di attenuazione di sezione per ogni segmento di cavo ottico.
Il numero di campioni misurati è pari al 20% delle fibre ottiche terminate per ogni segmento ottico.
Anche le fibre ottiche terminate da sottoporre a misura vengono scelte incondizionatamente dall'U.O. Informatica.
Le misure devono essere effettuate dalla ditta appaltatrice, in presenza dell'U.O. Informatica, utilizzando il proprio banco ottico monomodale e multimodale rispettivamente in 3a e 1a finestra ottica.

4.21 Impianto di segnalazione campanelli e allarme

Si prevede l'installazione di un impianto classico a campanelli per la gestione degli orari delle lezioni derivato dal quadro generale e comandato dal sistema BMS con programmazione oraria e/o forzatura da pulsante ubicato nel cluster amministrativo.
Trattandosi di una scuola classificata di tipo 2 (pertanto non richiesto dal D.M. 26 agosto 1992) non serve un impianto dedicato per la diffusione degli allarmi, ma in accordo con la committente si è deciso di prevedere un impianto a pulsanti e targhe ottiche acustiche dedicate collegati al sistema di rivelazione incendio.
L'ubicazione dei pulsanti e delle targhe ottiche acustiche sarà lungo le vie di esodo.
Vedi IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDIO

4.22 Sezionamento di emergenza degli impianti

Nell'edificio in argomento, trattandosi di attività specifica soggetta a controllo da parte di VVF, si è previsto un sezionamento generale di emergenza di tutti gli impianti elettrici che interessano l'intera attività, ad esclusione del sistema d'illuminazione di sicurezza, che essendo realizzato con apparecchiature autoalimentate, continua a funzionare anche in caso di sezionamento generale.

All'esterno del fabbricato, in corrispondenza dell'accesso primario / ingresso, sono previsti n.2 pulsanti ad accesso protetto che hanno la funzione di sganciare in modo indipendente gli impianti elettrici e l'impianto fotovoltaico.

Entrambe gli sganci sono previsti con circuito a lancio di corrente, con pulsanti protetti sottovetro frangibile corredati inoltre di segnalazione luminosa di efficienza dei circuiti di sgancio.

Lo sgancio generale degli impianti elettrici agirà sulla bobina di sgancio prevista sull'interruttore generale all'interno del quadro protezione linea (QPL), mettendo quindi fuori servizio l'intero impianto.

Lo sgancio generale del solo impianto fotovoltaico invece agirà sulla bobina di sgancio prevista sull'interruttore generale del fotovoltaico all'interno del quadro generale di distribuzione (QGD), mettendo quindi fuori tensione gli impianti connessi a valle e a monte.

Si precisa che l'impianto fotovoltaico rimane in tensione per la sola parte in corrente continua proveniente dai pannelli; tuttavia, tale impiantistica è prevista all'interno di apposito locale tecnico dedicato esternamente alla struttura dell'edificio.

Saranno quindi previsti i seguenti Pulsanti di sgancio, posti entrambe all'esterno dell'edificio in corrispondenza dell'ingresso:

- Sgancio Generale Impianti Elettrici dell'edificio (Azionamento sul quadro protezione linea)
- Sgancio generale del solo impianto fotovoltaico FTV (Azionamento sull'interruttore generale del fotovoltaico all'interno del quadro generale di distribuzione).

4.23 Impianto di RIVELAZIONE INCENDI

Nell'edificio sarà previsto un impianto di rivelazione incendi dovrà coprire l'intera struttura.
Sarà, pertanto, previsto un impianto conforme alla UNI 9795.
Il sistema previsto per la sorveglianza attiva antincendio è del tipo fisso con funzionamento automatico di rivelazione incendi ed è stato dimensionato prefiggendosi di rilevare e segnalare un incendio nel minor tempo possibile, recependo il segnale attraverso una centrale di concentrazione e controllo analogico ad "indirizzamento" dotata di sistema di visualizzazione con display a cristalli liquidi e testo in chiaro personalizzato completo di segnalazione acustica. Nell'insieme il sistema è in grado di ottimizzare la tempestiva attuazione dello sfollamento delle persone.
Per la progettazione, l'installazione, il collaudo e la manutenzione degli impianti di rivelazione automatica degli incendi si fa quindi di fatto riferimento alla Norma UNI 9795-2013, dal titolo "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio ". Questa ha lo scopo di fornire i criteri per la realizzazione e l'esercizio dei sistemi fissi automatici di rivelazione di incendio.
Il calcolo di dimensionamento del presente sistema di rivelazione incendi è stato sviluppato come successivamente indicato nei seguenti punti. La protezione degli ambienti è stata attuata con l'applicazione di rivelatori ottici di fumo in quei locali ritenuti a rischio e meritevoli di sorveglianza continua. Tenuto conto dell'assenza di significativi carichi d'incendio e come previsto dalla normativa UNI 9795.
Nel caso specifico, l'impianto sarà di tipo analogico con n. 1 loop
Sulla stessa linea di rivelazione sono previsti anche i pulsanti manuali di segnalazione, questo perché gli stessi sono del tipo ad indirizzamento e quindi univocamente identificabili dalle centrali di controllo e segnalazione.
Gli allarmi sono del tipo ottico ed acustico.
I sistemi fissi di segnalazione manuale di incendio (pulsanti) sono stati previsti in quantità tale che almeno uno possa essere raggiunto, da ogni punto, con un percorso non maggiore di 30 metri; i pulsanti troveranno posto in prossimità delle vie di fuga e verranno installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa tra 1 e 1,4 m.
I pulsanti saranno del tipo protetto contro l'azionamento accidentale danni meccanici e la corrosione. Il sistema di rivelazione previsto sarà dotato di "due fonti" di alimentazione di energia elettrica, primaria e secondaria, ciascuna delle quali è in grado di assicurare da sola il corretto funzionamento dell'intero sistema per la corretta e sicura gestione dell'edificio. L'alimentazione primaria è derivata dal quadro elettrico di zona.
L'alimentazione secondaria sarà costituita dalle batterie interne alla centrale e dall'alimentatore supplementare, dotato anch'esso di batterie interne.
L'alimentazione secondaria prevista sarà in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente per almeno 24h, nonché il contemporaneo funzionamento dei segnalatori di allarme interno ed esterno per almeno 30 minuti a partire dall'emissione degli allarmi stessi (UNI 9795 - 5.6.4.1).

Per le interconnessioni in cavo tra gli elementi in campo e la centrale di controllo, sarà utilizzata cavetteria del tipo Twistato e Schermato resistente al fuoco per almeno 30 minuti secondo CEIEN50200 a bassa emissione di fumo e zero alogeni.
I cavi di collegamento che realizzeranno il loop saranno di tipo twistato resistente al fuoco FG29OHM16 100/100V LSZH PH (120) UNI 9795 colore rosso sezione 2x1.0 mm². Saranno invece del tipo twistato resistente al fuoco FG29OHM16 100/100V LSZH PH (120) UNI 9795 colore rosso sezione 2x2.5 mm² le linee a 24V.
La distribuzione dei cavi avverrà in funzione della destinazione di uso del locale, con interposte scatole di derivazione e giunzione separate da quelle dei restanti sistemi (Norme CEI 64-8 1÷7).
Per consentire una facile individuazione del tipo di impianto servito, tutta la cavetteria sarà contraddistinta con segnaletica specifica posta sui terminali.
La centrale, del tipo analogica, gestirà rivelatori analogici e moduli indirizzabili nonché i punti manuali di segnalazione. La scelta di un sistema analogico indirizzabile si è reso necessario al fine di potere controllare l'intero apparato con la possibilità di visionare ogni singolo dispositivo di rilevamento.
L'impianto avrà la possibilità tramite programmazione di avere due soglie di intervento preallarme ed allarme.
Le sirene elettroniche con segnalatore ottico saranno collocate in punti idonei per rendere l'allarme acustico chiaramente udibile in ogni zona del piano interessato. È bene precisare che ogni sirena elettronica andrà connessa alla linea loop, dalla quale si deriva l'alimentazione a 24V per le targhe ottico acustiche stesse.
La distribuzione principale avverrà all'interno delle canalizzazioni dorsali mentre la distribuzione secondaria sarà realizzata con tubazioni flessibili in PVC.
L'ubicazione e la quantità dei dispositivi come sopra descritti risultano chiaramente identificabili dagli elaborati grafici di progetto.

4.23.1 Logica di funzionamento dell'impianto rivelazione incendi

Il sistema consta di rivelatori puntiformi di fumo.
In caso di allarme sia esso automatico (rivelatore incendio) o manuale (tramite pulsante color rosso) la centrale dovrà generare una segnalazione locale che interesserà esclusivamente sia gli avvisatori interni alla centrale stessa.
La segnalazione dovrà rimanere attiva per un tempo prefissato (T1 **) trascorso il quale, nel caso in cui non ci sia stata la presa in carico da parte di un operatore, verranno allarmati i pannelli ottici-acustici.
Nel caso di intervento da parte dell'operatore durante la temporizzazione T1 e di conseguente presa in carico, verrà attivata una seconda temporizzazione (T2 **) per la verifica della situazione di pericolo e la tacitazione definitiva dell'allarme.
Se invece verrà riscontrata una situazione di pericolo potrà essere annullato il ritardo e comandata immediatamente la segnalazione locale di allarme ed a seguire quella di sfollamento. In caso di reset la situazione risulterà in ogni caso memorizzata.
La logica di funzionamento dovrà essere verificata in funzione del piano di emergenza redatto dal responsabile della sicurezza.

4.24 Impianto Fotovoltaico

Considerando l'intervento di realizzazione di un nuovo edificio dovrà essere previsto un impianto di produzione di energia elettrica da energia rinnovabile dimensionato secondo DGR 1548 – 2020/11/24 ed integrazioni Dlgs 199 – 2021/11/08.

La potenza di picco complessiva del generatore fotovoltaico è pari di 68,00 kWp, e l'impianto è connesso al quadro generale di distribuzione (QGD).
L'impianto fotovoltaico è costituito da n.1 generatore fotovoltaico installato sulla copertura dell'edificio, facente capo a due inverter di potenza nominale pari a 33kW dotati entrambe di n.2 ingressi stringhe indipendenti.

Come risulta dall'apposita relazione di calcolo e dimensionamento, l'impianto fotovoltaico per ogni inverter è composto da n.4 stringhe da 17 pannelli in silicio monocristallino da 500 Wp/cad messe in parallelo a coppie e confluenti nei due ingressi disponibili.

Complessivamente l'impianto fotovoltaico è composto da n.136 pannelli in silicio monocristallino da 500 Wp/cad, per una potenza complessiva di picco pari a 68 kWp.

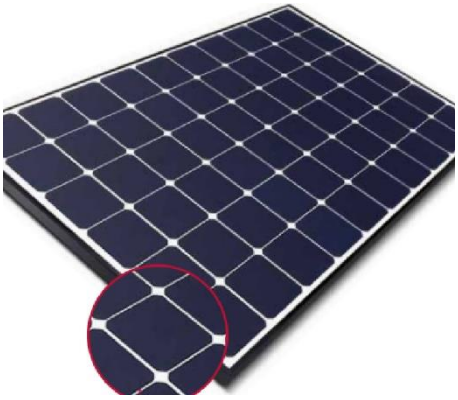
La potenza di generazione complessivamente installata è di 68,00 kWp per una produzione di 86.084,7 kWh annui distribuiti su una superficie di 315,52 m².
Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.



4.24.1 Pannelli fotovoltaici

Tipo Q.PEAK DUO ML-G11 Q.DUO ML-G11 500 o similari
Caratteristiche tecniche:

- Potenza massima Pmax 500 W
- Tensione MPP (Vmp) 36,63 V
- Corrente MPP (Imp) 10,24 A
- Tensione a vuoto (Voc) 45,7 V
- Corrente di corto circuito (Isc) 13,6 A
- Rendimento del modulo 21,5 %



4.24.2 Inverter fotovoltaici

Tipo ZCS AZZURRO modello TL-V2 3PH 33000TL-V2 o similare

- Massima tensione DC in ingresso (Vmax,abs) 1100 V
- Intervallo di tensione DC (mppt in parallelo) 230 – 950 V
- Potenza massima DC per ogni MPPT 20000 W
- Potenza nominale AC di uscita (Pacr @cosϕ=1) 33000 W

- Tensione nominale AC di uscita (Vac,r) 400 V
- Massima corrente AC di uscita (Iac,max) 53 A
- Conformità CEI 0-21, CEI 0-16

4.25 Impianti elettrici al servizio delle opere meccaniche

Gli impianti elettrici a servizio degli impianti termici dovranno comprendere i seguenti impianti:

- Alimentazione delle utenze di potenza degli impianti meccanici in centrale tecnologica, quali pompe, valvole miscelatrici: l'intero sistema di regolazione così come il collegamento di tutti i cavi di segnale quali sonde di temperatura, umidità, pressione, dovranno essere eseguite secondo lo schema funzionale della parte meccanica e gestite dal sistema di supervisione;
- collegamento pompe di calore,
- collegamento delle testine motorizzate per pannelli radianti ai relativi dispositivi di rilevazione termica;
- collegamento ai recuperatori;

4.26 Impianto Videocitofonico

È prevista la realizzazione di un impianto viedocitofonico a tradizionale analogico a due fili BUS, con apparecchi esterni ed interni collegati da cavi di segnale come riportato negli elaborati planimetrici di progetto.
L'impianto sarà composto da:

- Modulo videocitofonico con visualizzazione panoramica, ottica emisferica, 3,1 megapixel, audio bidirezionale, 2 pulsanti, completo di Modulo I/O per apertura cancello
- Postazioni interne
- Postazione interne