



REGIONE LOMBARDIA



Regione Lombardia

PROVINCIA DI MANTOVA



COMUNE DI
SAN GIOVANNI DEL DOSSO



DIOCESI DI MANTOVA

UFFICIO BENI CULTURALI ECCLESIASTICI

T 0376319511 F 0376224740

beniculturali@diocesidimantova.it

S. E. E. s.r.l.

Piazza Sordello, 15 - 46100 Mantova

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. Riccardo Pacchioni

PROPRIETA'

PARROCCHIA DI SAN GIOVANNI DEL DOSSO

PARROCO - LEGALE RAPPRESENTANTE: DON PAOLO AZZINI

Via Roma, 11 - 46020 San Giovanni del Dosso (MN) - Tel. 0386/757082

**INTERVENTI DI RESTAURO E CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE
DELLA CHIESA PARROCCHIALE "SAN GIOVANNI BATTISTA"
DI SAN GIOVANNI DEL DOSSO (MN)
A SEGUITO DEGLI EVENTI SISMICI DEL MAGGIO 2012**

**PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI**

TAVOLA

E.15

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

SCALA

-

PROGETTISTI

ING. ALBERTO MANI

ARCH. LUCIANO PASTORIO

ING. PAOLO RAVELLI

VIA A. SACCHI, 6 - 46100 MANTOVA

tel.: 0376 222683 - fax: 0376 750904 - e-mail: alberto.mani@studiotecnico.com.it

ARCH. MARTA FASOL

VIA D. MANIN, 9 - 37122 VERONA

cell.: 333 4619603 - fax: 045 4851277 - e-mail: info@emmeastudio.it



IMPIANTI MECCANICI

PER.IND. GIORGI LORENZO

VIA S. PERTINI, 2/C - 46020 PEGOGNAGA (MN)

cell.: 338 4253839 - fax: 0376 507917 - e-mail: lorenzogiorgi@interfree.it

IMPIANTI ELETTRICI

ING. ALLEGRETTI DARIO

VIA ROMA, 9 - 46020 PEGOGNAGA (MN)

tel.: 0376 550176 - cell.: 335 6482529 - e-mail: info@darioallegretti.it



TIMBRO



RILIEVI



POLITECNICO DI MILANO - POLO TERRITORIALE DI MANTOVA

Laboratorio di Ricerca Mantova - **Hesutech group** (Heritage Survey Technology) - Dipartimento A.B.C.

Data

Giugno 2016



INDICE

1. DOCUMENTAZIONE	2
1.1. DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI	2
1.2. DOCUMENTAZIONE FINALE - MESSA IN FUNZIONE IMPIANTO ELETTRICO.....	3
1.3. VERIFICHE INIZIALI E PERIODICHE DA EFFETTUARE SULL'IMPIANTO ELETTRICO	3
2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	4
2.1 PRINCIPALI NORME INERENTI LA DOCUMENTAZIONE.....	4
2.2 PRINCIPALI NORME INERENTI LA CONNESSIONE ALLA RETE	4
2.3 PRINCIPALI NORME INERENTI LA PROGETTAZ. E LA REALIZZAZ. DEGLI IMP.....	4
2.4 PRINCIPALI NORME UNI INERENTI LA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI.....	9
2.5 PRINCIPALI LEGGI ITALIANE SUGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	9
3. PRESCRIZIONI TECNICHE.....	11
3.1. CAVI E CONDUTTORI	11
3.2. CAVIDOTTI	13
3.3. DETERMINAZIONE DELLE POTENZE.....	14
3.4. DETERMINAZIONE DEGLI ILLUMINAMENTI.....	14
3.5. CRITERI DI SCELTA DEI CONDUTTORI.....	15
4. IMPIANTI DI MESSA A TERRA	16
5. PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA	18
5.1. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	18
5.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	18
5.3. PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE	18
5.4. PROTEZIONE MEDIANTE COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE 21	
5.5. PROTEZIONE MEDIANTE LUOGHI NON CONDUTTORI	22
5.6. PROTEZIONE MEDIANTE COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE LOCALE NON CONNESSO A TERRA.....	23
5.7. PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA PER L'ALIMENTAZIONE DI UN SOLO APPARECCHIO UTILIZZATORE.....	23
5.8. PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA PER L'ALIMENTAZIONE DI PIÙ DI UN APPARECCHIO UTILIZZATORE.....	23
5.9. PROTEZIONE COMBINATA CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	24
5.10. PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI.....	26
5.11. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	27
5.12. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI GUASTO	29
5.13. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI E LE INFLUENZE ELETTROMAGNETICHE	29
5.14. PROTEZIONE CONTRO GLI ABBASSAMENTI DI TENSIONE.....	31
6. PRESCRIZIONI PARTICOLARI.....	32
6.1. AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO	32
7. VALUTAZIONE PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE:	33
8. SPECIFICHE IMPIANTI ELETTRICI DA REALIZZARE.....	33
8.1. QUADRI ELETTRICI:	33
8.2. LINEE ELETTRICHE:	33
8.3. CAVIDOTTI:	34
8.4. APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE AREE INTERNE:	35
8.5. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE AREE ESTERNE.....	35
8.6. APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA.....	36



1. DOCUMENTAZIONE

1.1 **DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI**

Le indicazioni fornite nella presente relazione, riguardano la consistenza e la tipologia dell'impianto elettrico realizzato; dette informazioni sono da considerarsi di raccordo tra i diversi documenti che costituiscono il progetto.

- L'intervento in oggetto è da intendersi come MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI IMPIANTO ELETTRICO in struttura esistente.
- Il presente progetto, classificato esecutivo, in accordo a quanto richiesto nella norma CEI 0-2 e D.M. 37/08, è composto dei seguenti documenti:

E.01	Relazione specialistica – Relazione tecnica degli impianti elettrici
E.02	Elaborato grafico schema planimetrico – Impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza, diretta e indiretta
E.03	Elaborato grafico schema planimetrico – Puntamento proiettori
E.04	Elaborato grafico schema planimetrico – Distribuzione generale impianto elettrico esistente con indicazioni delle parti da rimuovere e da mantenere
E.05	Elaborato grafico schema planimetrico – Distribuzione generale nuovo impianto elettrico
E.06	Elaborato grafico schema planimetrico – Stato di fatto impianto elettrico con rilievo fotografico
E.07	Elaborato grafico fascicolo schemi dei quadri elettrici
E.08	Calcoli esecutivi degli impianti – Calcoli illuminotecnici
E.09	Calcoli esecutivi degli impianti – Calcolo del dimensionamento delle linee elettriche
E.10	Calcoli per l'analisi dei rischi da scariche atmosferiche ed eventuali sistemi di protezione
E.11	Computo metrico estimativo
E.12	Elenco dei prezzi unitari
E.13	Analisi dei prezzi
E.14	Quadro percentuale della manodopera
E.15	Capitolato speciale di appalto



1.2 DOCUMENTAZIONE FINALE - MESSA IN FUNZIONE IMPIANTO ELETTRICO

La messa in funzione degli impianti potrà avvenire solamente dopo che gli stessi saranno stati controllati e verificati dalla ditta installatrice, la quale avrà l'obbligo di rilasciare la relativa dichiarazione di conformità come richiesto dal Decreto 22/01/2008 N°37 e come indicato dal D.P.R. 22 ottobre 2001 n.462 in materia di impianti elettrici.

La dichiarazione di conformità dovrà essere comprensiva degli allegati obbligatori e redatta in armonia con la guida CEI 0-3.

È compito della ditta installatrice fornire tutte le omologazioni alla legge regionale in materia di inquinamento luminoso, per tutto quanto relativo agli impianti di illuminazione esterna.

Saranno inoltre a carico della ditta installatrice, l'assistenza necessaria per l'effettuazione delle verifiche e collaudi richiesti dalle normative CEI vigenti oltre a quelli necessari per la normale messa in funzione degli impianti.

A completamento delle opere l'impresa installatrice, oltre alla presentazione della Dichiarazione di conformità, dovrà presentare i disegni finali dell'impianto (As built) comprendenti:

- schemi elettrici dei quadri e dei collegamenti
- planimetrie indicanti le posizioni degli impianti
- i manuali di conduzione e manutenzione.

1.3 VERIFICHE INIZIALI E PERIODICHE DA EFFETTUARE SULL'IMPIANTO ELETTRICO

Gli impianti elettrici devono essere verificati sia prima della loro messa in servizio sia in occasione di ogni modifica importante.

Fermo restando le disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica 22 Ottobre 2001, n.462, in materia di controlli periodici, in base alla norma CEI 64-8/134.3 ogni impianto elettrico deve essere sottoposto a verifiche periodiche, inoltre, in base al DECRETO LEGISLATIVO 9 APRILE 2008, n. 81, ART.86 "VERIFICHE", il datore di lavoro, deve provvedere affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini, siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni della buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.



2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

2.1 Principali norme inerenti la documentazione

Norma	Anno	Titolo
CEI 0-2	2002	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
CEI 3-14	2005	Segni grafici per schemi - Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi ed altri segni di uso generale
CEI 3-15	2005	Segni grafici per schemi - Conduttori e dispositivi di connessione
CEI 3-16	2005	Segni grafici per schemi - Componenti passivi
CEI 3-18	2005	Segni grafici per schemi - Produzione e conversione dell'energia elettrica
CEI 3-19	2005	Segni grafici per schemi - Apparecchiature e dispositivi di comando e protezione
CEI 3-20	2005	Segni grafici per schemi Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione
CEI 3-21	2005	Segni grafici per schemi - Telecomunicazioni: Apparati di commutazione e periferiche
CEI 3-22	2005	Segni grafici per schemi - Telecomunicazioni: Trasmissione
CEI 3-23	2005	Segni grafici per schemi - Schemi e piani d'installazione architettonici e topografici
CEI CLC/TR 50469 (CEI 81-11)	2006	Impianti di protezione contro i fulmini Segni grafici

2.2 Principali norme inerenti la connessione alla rete elettrica nazionale

Norma	Anno	Titolo
CEI 0-21	2014	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 0-21;V1	2014	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica - Fogli di interpretazione

2.3 Principali norme inerenti la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici

Norma	Anno	Titolo
CEI 0-10	2002	Guida alla manutenzione degli impianti elettrici
CEI 0-11	2002	Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
CEI 0-14	2005	DPR 22 ottobre 2001, n.462 - 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
CEI 11-17	2006	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
CEI 11-17;V1	2011	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
CEI 11-20	2000	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
CEI 11-20;V1	2004	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria



CEI 11-20;V2	2007	Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori: Apparat di commutazione e periferiche
CEI 11-20;V3	2010	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuit� collegati a reti di I e II categoria
CEI EN 60909-0 (CEI 11-25)	2001	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
CEI EN 60909-1 (CEI 11-26)	2013	Correnti di cortocircuito - Calcolo degli effetti - Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo
CEI 11-27	2005	Lavori su impianti elettrici
CEI 11-28	1998	Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione
CEI EN 50110-1 (CEI 11-48)	2005	Esercizio degli impianti elettrici
CEI EN 50191 (CEI 11-64)	2011	Installazione ed esercizio degli impianti elettrici di prova
CEI 11-81	2014	Rapporto tecnico: Guida alle novit� dei contenuti della Norma CEI 11-27, IV edizione, rispetto alla III edizione
CEI 17-43	2000	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)
CEI EN 61439-1 (CEI 17-113)	2012	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali
CEI EN 61439-2 (CEI 17-114)	2012	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza
CEI EN 61439-3 (CEI 17-116)	2012	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
CEI 17-70	1999	Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione
CEI-UNEL 35024/1 (CEI 20)	1997	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
CEI-UNEL 35024/1 EC (CEI 20)	1998	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
CEI-UNEL 35024/2 (CEI 20)	1997	Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI-UNEL 35011 (CEI 20)	2000	Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione
CEI-UNEL 35011;V1 (CEI 20)	2002	Cavi per energia e segnalamento Sigle di designazione
CEI-UNEL 35026 (CEI 20)	2000	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
CEI-UNEL 00722 (CEI 20)	2002	Identificazione delle anime dei cavi
CEI-UNEL 35027 (CEI 20)	2009	Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata
CEI-UNEL 35012 (CEI 20)	2010	Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco
CEI-UNEL 35023 (CEI 20)	2012	Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione
CEI-UNEL 00721 (CEI 20)	2013	Colori di guaina dei cavi elettrici
CEI-UNEL 35752 (CEI 20)	2014	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni - Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U: 450/750 V
CEI-UNEL 35753 (CEI 20)	2014	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni - Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi - Tensione nominale U0/U: 450/750 V
CEI 20-105	2011	Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con



		tensione nominale 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio
CEI 20-105;V1	2013	Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio
CEI 20-106	2013	Cavi elettrici con isolamento reticolato non propaganti la fiamma, con tensione nominale non superiore a 450/750V destinati alla ricarica dei veicoli elettrici
CEI 20-27	2000	Cavi per energia e per segnalamento Sistema di designazione
CEI 20-27;V1	2001	Cavi per energia e per segnalamento Sistema di designazione
CEI 20-27;V2	2007	Cavi per energia e per segnalamento Sistema di designazione
CEI 20-40	1998	Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione
CEI 20-40;V1	2004	Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione
CEI 20-40;V2	2004	Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione
CEI 20-40;V3	2009	Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione
CEI 20-40;V4	2010	Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione
CEI 20-65	2000	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
CEI 20-67	2001	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
CEI 20-67;V1	2009	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
CEI 20-67;V2	2013	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
CEI 20-91	2010	Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici
CEI 20-91;V1	2010	Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma per applicazioni in impianti fotovoltaici
CEI 20-91;V2	2013	Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma per applicazioni in impianti fotovoltaici
CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1)	2004	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI EN 60898-1/A1/A11 (CEI 23-3/1;V1)	2006	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI EN 60898-1/IS1/ IS2/IS3/IS4 (CEI 23-3/1;V2)	2008	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI EN 60898-1/A12 (CEI 23-3/1;V3)	2009	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI EN 60898-1/A13 (CEI 23-3/1;V4)	2013	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2)	2007	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
CEI 23-101	2008	Dispositivi di richiusura automatica per interruttori automatici, interruttori differenziali con o senza sganciatore di sovracorrente per usi domestici e similari
CEI EN 50085-2-4 (CEI 23-108)	2011	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per colonne e torrette
CEI EN 50557 (CEI 23-119)	2012	Prescrizioni per dispositivi di richiusura automatica per interruttori automatici, interruttori differenziali con o senza sganciatori di sovracorrente per usi domestici e similari
CEI EN 60669-2-6 (CEI 23-126)	2012	Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare Parte 2-6: Prescrizioni particolari - Apparecchi di comando non automatici per vigili del fuoco per insegne luminose e apparecchi d'illuminazione per uso interno ed esterno
CEI 23-51	2004	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI EN 50085-1	2006	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche



(CEI 23-58)		Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 50085-1/A1 (CEI 23-58;V1)	2014	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 61386-1 (CEI 23-80)	2009	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 61386-21 (CEI 23-81)	2005	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
CEI EN 61386-21/A11 (CEI 23-81;V1)	2011	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
CEI EN 61386-22 (CEI 23-82)	2005	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
CEI EN 61386-22/A11 (CEI 23-82;V1)	2011	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
CEI EN 61386-23 (CEI 23-83)	2005	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
CEI EN 61386-23/A11 (CEI 23-83;V1)	2011	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
CEI 23-98	2007	Guida all'uso corretto di interruttori differenziali per installazioni domestiche e simili
CEI EN 50173-2 (CEI 306-13)	2008	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 2: Locali per ufficio
CEI EN 50173-2/A1 (CEI 306-13;V1)	2011	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 2: Locali per ufficio
CEI EN 50173-3 (CEI 306-14)	2008	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 3: Ambienti Industriali
CEI EN 50173-3/A1 (CEI 306-14;V1)	2011	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 3: Ambienti Industriali
CEI EN 50173-4 (CEI 306-15)	2008	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 4: Abitazioni
CEI EN 50173-4/A1 (CEI 306-15;V1)	2011	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 4: Abitazioni
CEI EN 50173-5 (CEI 306-16)	2008	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 5: Centri dati
CEI EN 50173-5/A1 (CEI 306-16;V1)	2011	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 5: Centri dati
CEI EN 50173-5/A2 (CEI 306-16;V2)	2014	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 5: Centri dati
CEI 306-2	2014	Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali
CEI EN 50173-1 (CEI 306-6)	2011	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio Parte 1: Requisiti generali
CEI EN 50346 (CEI 306-7)	2004	Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio - Prove del cablaggio installato
CEI EN 50346/A1/A2 (CEI 306-7;V1)	2011	Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio - Prove del cablaggio installato
CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)	2010	Atmosfere esplosive Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici
CEI EN 60079-17 (CEI 31-34)	2008	Atmosfere esplosive Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici
CEI 31-35	2012	Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)
CEI 31-35/A	2012	Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione
CEI 31-35/A;V1	2014	Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)
CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)	2010	Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas
CEI EN 60269-1 (CEI 32-1)	2009	Fusibili a bassa tensione Parte 1: Prescrizioni generali



CEI EN 60269-1/A1 (CEI 32-1;V1)	2010	Fusibili a bassa tensione Parte 1: Prescrizioni generali
CEI-UNEL 36762 (CEI 46)	2012	Identificazioni e prove da utilizzare per cavi per sistemi di categoria 0 in relazione alla coesistenza in condutture contenenti cavi per sistemi di I categoria
CEI 46-136	2004	Guida alle Norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione
CEI 64-12	2009	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI 64-14	2007	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
CEI 64-15	1998	Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica
CEI R064-004	1999	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI 64-18	2011	Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano e degli animali domestici Parte 1: Aspetti generali
CEI 64-19	2014	Guida agli impianti di illuminazione esterna
CEI 64-19;V1	2016	Guida agli impianti di illuminazione esterna
CEI 64-50	2016	Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazione e impianti elettronici negli edifici
CEI 315-4	2012	Guida all'efficienza energetica degli impianti di illuminazione pubblica: aspetti generali
CEI 64-8/1	2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali
CEI 64-8/2	2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 2: Definizioni
CEI 64-8/3	2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali
CEI 64-8/4	2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza
CEI 64-8/5	2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
CEI 64-8/6	2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 6: Verifiche
CEI 64-8/7	2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
CEI 64-8;V1	2013	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
CEI 64-8;V2	2015	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
CEI 64-100/1	2006	Edilizia residenziale Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni Parte 1: Montanti degli edifici
CEI 64-100/1;V1	2009	Edilizia residenziale Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni Parte 1: Montanti degli edifici
CEI 64-100/2	2009	Edilizia residenziale Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti)
CEI 64-100/3	2011	Edilizia Residenziale Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni Parte 3: case unifamiliari, case a schiera ed in complessi immobiliari (residence)
CEI EN 50132-7 (CEI 79-10)	2013	Sistemi di allarme - Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza Parte 7: Linee guida di applicazione
CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali
CEI EN 62305-1/EC (CEI 81-10/1;EC1)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali



CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio
CEI EN 62305-2/EC (CEI 81-10/2;EC1)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio
CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
CEI EN 62305-3/EC (CEI 81-10/3;EC1)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
CEI EN 62305-4/EC (CEI 81-10/4;EC1)	2013	Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
CEI 81-29	2014	Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305
CEI 81-30	2014	Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)
CEI 81-2	2013	Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini
CEI EN 62561-1 (CEI 81-24)	2013	Componenti dei sistemi di protezione contro i fulmini Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
CEI 81-29	2014	Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305
CEI 100-119	2004	Apparati multimediali senza fili Guida all'installazione e all'utilizzo in ambito domestico
CEI 100-140	2007	Guida per la scelta e l'installazione dei sostegni d'antenna per la ricezione televisiva
CEI 100-7	2012	Guida per l'applicazione delle Norme sugli impianti di ricezione televisiva
CEI 100-7;V1	2013	Guida per l'applicazione delle Norme sugli impianti di ricezione televisiva
CEI 100-7;EC2	2014	Guida per l'applicazione delle Norme sugli impianti di ricezione televisiva

2.4 Principali norme UNI inerenti la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici

UNI EN 12464-1:	2011	"Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro interni"
UNI EN1838:	2013	"Illuminazione di emergenza"
CEI UNI 11222:	2013	Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza degli edifici - Procedure per la verifica e la manutenzione periodica
UNI 9795:	2013	"Sistemi fissi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio"

2.5 Principali Leggi italiane sugli impianti elettrici

Legge n° 791: del 18/10/1977	1977	Attuazione della Direttive del Consiglio delle Comunità Europee (n° 72/23 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
Legge 01/03/1968 n° 186:	1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiale e impianti elettrici. Gazzetta Ufficiale 23/03/1968 n° 77.
DM 10/04/1984:	1984	Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radio disturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti munite di starter. Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 18/06/1984 n° 166
DM 1/02/1986: (G.U. 15/03/1986 n° 62)	1986	Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili.
Decreto n° 37/2008	2008	"Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n°248 del 2 Dicembre 2005, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" (G.U. n.61 del 12-3-2008).
DPR 392: del 18 aprile 1994	1994	"Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel



Studio Tecnico Ing. DARIO ALLEGRETTI – Pegognaga (MN)

Tel. 0376-550176 – Cell. 335-6482529

Progettazione, consulenze, collaudi, perizie su impianti elettrici, automazione.

		rispetto delle norme di sicurezza”.
DPR 462: del 22 Ottobre 2001	2001	”Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”.
Legge n° 428: del 30 Dicembre 1991	1991	Istituzione di elenchi di professionisti abilitati alla effettuazione di servizi di e verifiche periodiche, a fini di sicurezza, di apparecchi, macchine, impianti e omologazione attrezzature. (G.U. 9/1/92 n° 6).
D.Lgs. n° 81: del 9 Aprile 2008	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 della Lombardia n.31 del 5 Ottobre 2015	2015	“misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalita’ di risparmio energetico e di riduzione dell’inquinamento luminoso”



3. PRESCRIZIONI TECNICHE

3.1 CAVI E CONDUTTORI

I cavi devono avere una tensione nominale d'isolamento, sia verso terra (U0) che tra i conduttori attivi (U), adeguata come riassunto in tabella A.

Tipo di utilizzo e modalità di posa	Caratteristiche di isolamento minime del cavo U0/U
Categoria 0	300/300 V
Categoria I (segnale)	300/450 V
Categoria I (FM, posa non interrata)	450/750 V
Categoria I (FM, posa interrata)	0,6/1 kV
Categoria II (qualsiasi tipo di posa)	12/20 kV

Tabella A

Tutti i conduttori sono contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 0072-74 e 00712 e cioè:

Colore conduttore	Funzione conduttore
Giallo-Verde	Conduttore di protezione
Blu chiaro	Conduttore di Neutro
Nero, Marrone, Grigio	Conduttore di Fase

Tabella B

Le sezioni minime dei conduttori in rame che verranno utilizzati sono di 1,5 mm² per i circuiti di potenza e 0,5 mm² per circuiti di segnalazione e per i circuiti ausiliari.

La sezione dei conduttori di neutro, nei sistemi monofase, non è mai inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; mentre nei circuiti polifase è:

Sezione di fase	Rapporto sezione di fase / sezione di neutro
$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_n = S_f$
$16 < S_f \leq 25 \text{ mm}^2$	$S_n = 16 \text{ mm}^2$
$S_f > 25 \text{ mm}^2$	$S_n = \frac{1}{2} S_f \quad (*)$

Tabella C

Le sezioni di neutro possono sempre dimezzate purché il carico sia praticamente equilibrato e sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti (per conduttori in rame).

La sezione dei conduttori di terra (CT), conduttori che collegano il nodo principale di terra al dispersore o i dispersori tra loro, non deve essere inferiore a quella indicata nella Tabella 54A delle Norme CEI 64-8 (tabella D):



	Protetti meccanicamente		Non protetti meccanicamente
	Sf	Sct	
Protetto contro la corrosione	<16 mm ² 16 ≤ S ≤ 35 mm ² > 35 mm ²	Sf 16 mm ² ½ Sf	16 mm ² se in rame 16 mm ² se in ferro zincato
Non protetto contro la corrosione	25 mm ² (Cu) 50 mm ² (Fe-Zn)		

Tabella D

La sezione dei conduttori di protezione (PE), che collegano all'impianto di terra le masse dell'impianto per la protezione contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p \geq \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

S_p : Sezione del conduttore di protezione (mm²);

I : Valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);

t : tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);

K : Fattore dipendente dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione si può limitare a:

25 mm², se in rame;

35 mm², se in alluminio;

Se tale conduttore deve servire più circuiti utilizzatori il valore di S_p deve essere determinato facendo riferimento al conduttore di fase di sezione maggiore.

Quando invece non fa parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, la sua sezione deve essere:

≥ 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;

≥ 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Quando dispositivi di protezione contro le sovracorrenti sono usati per la protezione contro i contatti indiretti, si raccomanda di incorporare il conduttore di protezione nella stessa conduttura dei conduttori di fase, oppure installarlo nelle loro immediate vicinanze.

I conduttori equipotenziali ed equipotenziali supplementari servono ad assicurare che le masse e le masse estranee siano al medesimo potenziale. La sezione dei conduttori equipotenziali destinati al collegamento equipotenziale principale e che sono connessi al collettore principale di terra non devono essere inferiori a:

6 mm², in rame;

16 mm², in alluminio;

50 mm², in acciaio.



In alternativa la sezione di tali conduttori risulta :

Conduttore Equipotenziale Principale (Seqp)	Conduttore Equipotenziale Supplementare (Seqs)	
	Massa – massa	Massa – massa estranea
Seqp $\geq \frac{1}{2}$ Spe più elevata dell'impianto	Seqs \geq Spe più piccola che collega le due masse	Seqs $\geq \frac{1}{2}$ Spe che collega la massa
Min. 6 mm ² Max. 25 mm ²	Min. 2,5 mm ² se protetto meccanicamente Max. 4 mm ² se non protetto meccanicamente	

Tabella E

3.2 CAVIDOTTI

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti e/o cavi a doppio isolamento, devono sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono : tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

Il diametro dei tubi deve pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi in esso contenuto. Tale coefficiente di maggiorazione deve aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o con guaina metallica; il diametro del tubo deve 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 deve inferiore a 10 mm.

Per quanto riguarda la posa interrata le tubazioni isolanti sono posate ad una profondità di almeno 0,5m, anche se di tipo pesante, con una protezione meccanica supplementare, in modo da resistere alle prove di schiacciamento ed urto richieste, in questo caso il raggio minimo di curvatura dei cavi interrati è almeno di 12D dove D è il diametro esterno del cavo, previo precisa indicazione del costruttore del cavo stesso che può ridurre il raggio minimo di curvatura lungo la tubazione interrata, sono predisposti dei pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei cambi di direzione, delle utenze alimentate, ecc. in modo da facilitarne la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per eventuali riparazioni o ampliamenti; i pozzetti sono di dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura degli stessi.

Le tubazioni interrate sono realizzate inoltre con cavidotti in polietilene rigidi o flessibili con idonea resistenza allo schiacciamento, adatti alla posa interrata. Non sono ammessi cavidotti di tipo flessibile corrugato normalmente utilizzati per posa sotto intonaco (anche se di tipo pesante).

I tubi interrati possono riempiti tenendo conte del fattore di stipamento degli stessi che comunque non deve superare il 60%, questo a garantire un facile sfilaggio-infilaggio dei conduttori in caso di necessità e per permettere il dissipamento del calore emanato dagli stessi.

Le giunzioni dei conduttori nelle condizioni di posa normale devono eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono costruite in modo che nelle condizioni 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 ad apribile solo con attrezzo.

Le giunzioni internamente ai pozzetti, per linee interrate invece, sono realizzate con apposite muffole a resina colata oppure con morsetti a pressione, nastro auto agglomerante e nastro auto vulcanizzante, non sono ammesse interrate, giunzioni realizzate con morsetti, anche internamente a scatole di derivazione.

Non sono ammesse in nessun caso giunzioni a nastro.

Nella stessa condotta si potranno posare circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, purché:

- tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata presente, oppure



- i cavi di segnali siano isolati per la loro tensione, ma i cavi di energia siano del tipo a doppio isolamento (grado di isolamento 4).

Qualora le due precedenti condizioni non siano verificate, questi devono protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate oppure siano presenti, all'interno delle condutture, alle cassette stesse, tra i morsetti, diaframmi amovibili solo tramite di attrezzo.

3.3 DETERMINAZIONE DELLE POTENZE

La potenza assorbita (P_{ass}) è stata calcolata tenendo conto della somma della potenza nominale (P_n) dei componenti dell'impianto, prendendo in considerazione sia i fattori di utilizzazione (k_u) che il fattore di contemporaneità (k_c). La loro relazione è data dalla seguente formula:

$$P_{ass} = P_n \cdot k_c \cdot k_u$$

Per fattore di utilizzazione (k_u) di un apparecchio utilizzatore si intende il rapporto tra la potenza che si prevede l'apparecchio utilizzatore debba assorbire nell'esercizio ordinario e la massima potenza che lo stesso apparecchio utilizzatore può assorbire.

Per fattore di contemporaneità (k_c) si intende il fattore che, applicato alla somma delle potenze prelevate dai singoli apparecchi utilizzatori, dà la potenza da prendere in considerazione per il dimensionamento dei circuiti.

Per i circuiti di illuminazione si deve assumere sempre che entrambi i coefficienti k_u e k_c siano assunti pari ad 1.

3.4 DETERMINAZIONE DEGLI ILLUMINAMENTI

I livelli di illuminamento medi mantenuti nei vari locali o zone avranno in linea di massima, valori non inferiori a quelli previsti dalle Norma UNI EN 12464-1:2011. "Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro interni".

Attraverso programma di calcolo specifico (ad es. Dialux), verrà definita la quantità e la tipologia dei corpi illuminanti da installare; la scelta di utilizzare un programma di calcolo è indispensabile per ottenere i risultati prescritti con un' affidabilità maggiore rispetto alla metodologia classica (metodo del flusso globale), poiché la luce che raggiunge una superficie, dipende sia dalla lampada proposta (che ha proprie caratteristiche di emissione del flusso luminoso), sia dalla sommatoria di tutti i raggi luminosi che vengono emessi dai corpi illuminanti e poi riflessi da tutti i materiali che si trovano all'interno di un ambiente; Il calcolo della luce indiretta infatti, è troppo impreciso se eseguito senza programma di calcolo, per essere accettabile in sede di progettazione.

I parametri rispettati nel progetto illuminotecnico conformemente alla norma UNI EN 12464-1:2011 sono quelli riportati nella tabella seguente

Em	illuminamento medio mantenuto sul piano di riferimento
Ra	indici minimi di resa del colore
UGRL	indice unificato di abbagliamento limite
U0	uniformità dell'illuminazione



3.5 CRITERI DI SCELTA DEI CONDUTTORI

Le sezioni dei conduttori, sono calcolate tenendo conto della corrente di assorbimento degli utilizzatori, dalla lunghezza dei circuiti, e scelte tra quelle unificate in modo che la caduta di tensione massima misurabile nel punto di alimentazione dell'utenza sia:

- energia ordinaria di illuminazione = 3% della tensione nominale (U_n)

- energia ordinaria di F.M. = 4% della U_n

- energia illuminazione di sicurezza = 3% della U_n

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Inoltre le sezioni delle linee elettriche sono coordinate con le protezioni a monte in modo che risultino verificate secondo la Norma CEI 64-8 sia dal punto di vista della protezione contro i sovraccarichi, sia dal punto di vista del corto circuito massimo e minimo.



4. IMPIANTI DI MESSA A TERRA

Per impianto di terra si intende l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato nel nostro caso a realizzare la messa a terra di protezione.

Il dispersore è un corpo o conduttore in intimo contatto con il terreno, che realizza un collegamento elettrico con la terra; può intenzionale, quando è installato per scopi inerenti alla messa a terra di impianti elettrici, oppure di fatto quando è installato per scopi non inerenti alla messa a terra di impianti elettrici, ma il suo buon contatto con il terreno fa sì che si possano usare come dispersori veri e propri.

La sezione e le dimensioni minime dei dispersori non deve inferiore a quella indicata nella tabella 54.1 della Norma CEI 64-8, seguente tabella G:

Materiale	Superficie	Tipo di Dispersore	Dimensione Minima				
			Corpo			Rivestimento/Guaina	
			Diametro mm	Sezione mm ²	Spessore mm	Valori minimi µm	Valori medi µm
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina		90	3	63	70
		Profilato		90	3	63	70
		Barra tonda per picchetto	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50 ^a
		Tubo	25		2	47	55
	Con guaina di piombo	Tondo per dispersore orizzontale	8			1000	
	Con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2000	
	Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14,2			90	100
Rame	Nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ^b			
		Corda	1,8 per singolo filo	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1,8 per singolo filo	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina	Corda	1,8 per singolo filo	25		1000	
	Di piombo	Filo tondo		25		1000	

Nel caso di rivestimento con bagno continuo, attualmente è tecnicamente fattibile solo uno spessore di 50 μm

Quando l'esperienza dimostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16mm²

Il conduttore di terra è quel conduttore che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore od i dispersori tra loro (*vedi paragrafo D.01 – Tabella D della presente relazione*).

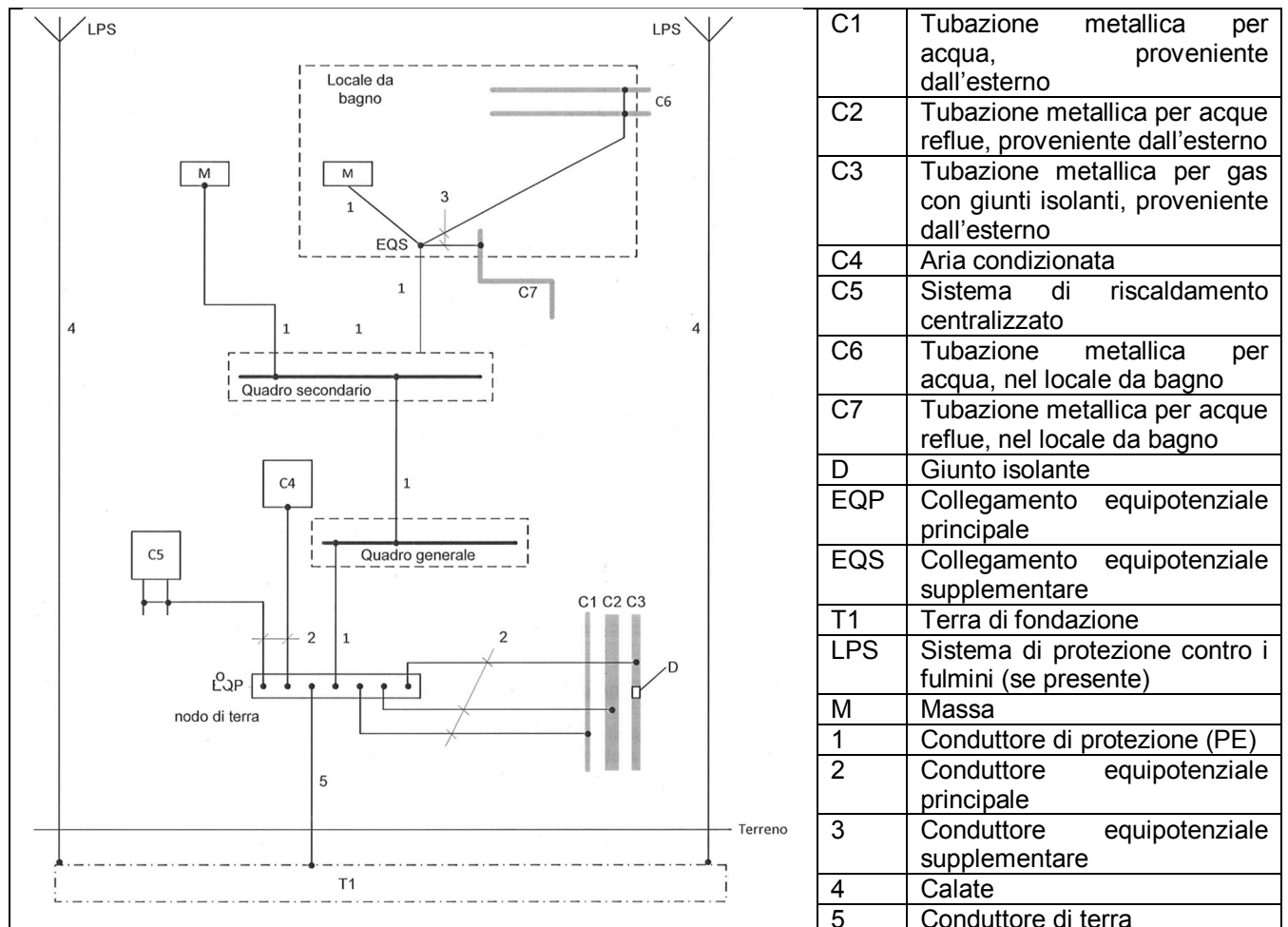
Il collettore (o nodo) principale di terra è un elemento previsto per il collegamento al dispersore dei conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali e di terra.

Il conduttore di protezione, serve al collegamento tra masse, masse estranee al collettore di terra (vedi paragrafo D.01 – Tabella E successive prescrizioni, della presente relazione).

I conduttori equipotenziali invece devono assicurare l'equipotenzialità fra le masse e le masse estranee, così da evitare che, in caso di guasto, si possano manifestare differenze di potenziale pericolose fra parti metalliche che possono toccate contemporaneamente da una persona.

Inoltre l'equipotenzialità è l'unico sistema in grado di assicurare la protezione da tensioni pericolose provenienti dall'esterno dell'impianto.

Qui di seguito riportiamo un esempio schematico dell'impianto di terra



A seconda del tipo di messa a terra l'impianto utilizzatore viene classificato come TT, TN (TN-S / TN-C) o IT; la prima lettera indica lo stato del sistema rispetto al terreno (I = isolato, T = a terra), la seconda lo stato delle masse rispetto al terreno (T = a terra, N = al neutro). Nei sistemi TT il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.



5. PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

Occorre assicurare la sicurezza delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni che possono derivare dall'utilizzo degli impianti elettrici nelle condizioni che possono essere ragionevolmente previsti.

5.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Le persone devono essere protette contro i pericoli che possono derivare dal contatto con parti attive dell'impianto.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

- Impedendo che la corrente passi attraverso il corpo
- Limitando la corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello fisiologicamente pericoloso.

Tale protezione consiste nel realizzare misure di sicurezza per proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto diretto con le parti attive; le Norme CEI 64-8 (4/412) prevedono le seguenti modalità esecutive:

- protezione mediante isolamento delle parti attive che può essere rimosso solo mediante distruzione (protezione totale);
- protezione mediante involucri o barriere (impediscono ogni tipo di contatto);
- protezione mediante ostacoli (impediscono solo il contatto accidentale non l'intenzionale);
- protezione mediante distanziamento (impediscono solo il contatto accidentale non l'intenzionale);
- protezione addizionale mediante interruttore differenziale con corrente nominale differenziale non superiore a 30mA (protezione addizionale abbinata a quelle precedenti).

5.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Le persone devono essere protette contro i pericoli che possono derivare dal contatto con masse in caso di guasto dell'isolamento.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

- Impedendo che la corrente passi attraverso il corpo;
- Limitando la corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patofisiologicamente pericoloso;
- Interrompendo automaticamente il circuito in un tempo determinato al verificarsi di un guasto suscettibile di provocare attraverso il corpo, in contatto con le masse, una corrente pericolosa per il corpo umano.

-

5.3 PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE

Un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito o al componente elettrico, che lo stesso dispositivo protegge contro i contatti indiretti, in modo che in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore alla tensione di contatto limite convenzionale. I valori delle tensioni di contatto limite convenzionali U_L sono 50V in c.a. e 120V in c.c. non ondulata (in alcuni ambienti particolari trattati nella norma CEI 64-8/704 705 707 tali valori sono ridotti a 25V in c.a. e 60V in c.c. non ondulati).

Le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra. Masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra.



In ogni edificio il conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le seguenti masse estranee e/o parti conduttrici devono essere connesse al equipotenziale principale:

- I tubi alimentanti servizi dell'edificio, per es. acqua e gas
- Le parti strutturali metalliche dell'edificio e canalizzazioni del riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria
- Le armature principali del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici, se praticamente possibile.

Se le condizioni per l'interruzione automatica non possono essere soddisfatte in un impianto o in una sua parte, si deve realizzare un collegamento equipotenziale supplementare che comprenda tutte le masse simultaneamente accessibili di componenti fissi dell'impianto e tutte le masse estranee.

I metodi indicati dalla norma CEI 64-8 per la protezione dai contatti indiretti e i relativi valori dei tempi massimi di interruzione sono riportati di seguito.

A. SISTEMI TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza od in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

Il punto di messa a terra del sistema di alimentazione è generalmente il punto di neutro.

Nei sistemi di neutro è riconosciuto l'utilizzo dei seguenti dispositivi di protezione:

- Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti;
- Dispositivi di protezione a corrente differenziale (vietati nei sistemi TN-C);

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove :

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella tabella sottostante in funzione della tensione nominale U_0 per circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti aventi corrente nominale o regolata che non supera i 32A; tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5s sono ammessi per gli altri circuiti; se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale di intervento;

U_0 è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.

Sistema	50V < U_0 ≤ 120V (s)		120V < U_0 ≤ 230V (s)		230V < U_0 ≤ 400V (s)		U_0 > 120V (s)	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	-	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

Negli impianti o nelle parti di impianto per i quali la corrispondente sezione 7 della norma CEI 64/8 (sezioni 704 705 710) limita la tensione di contatto limite convenzionale U_L a 25V in c.a. o a 60V in c.c. non ondulata i valori sono sostituiti come da tabella seguente

Sistema TN		Sistema IT		
U_0 (V)	t (s)	U_0/U (V)	Neutro distribuito t (s)	non distribuito t (s)
120	0,4	120/240	0,4	1
230	0,2	230/400	0,2	0,4
400	0,06	400/690	0,06	0,2
> 400	0,02	580/1000	0,02	0,06



B. SISTEMI TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto di neutro o, se questo non esiste, un conduttore di linea, di ogni trasformatore o di ogni generatore, deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra R_E .

Nei sistemi TT si devono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale, e deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

dove :

R_E è la resistenza del dispersore in ohm;

I_{dn} è la corrente nominale differenziale in ampere

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un **tempo di interruzione non superiore a 1s.**

C. SISTEMI IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato. Questo collegamento può essere effettuato al punto di neutro del sistema oppure ad un punto neutro artificiale, che può venire collegato direttamente a terra quando l'impedenza di sequenza zero risultante sia sufficientemente elevata.

Nel caso di singolo guasto a terra la corrente di guasto è quindi debole e non è necessario interrompere il circuito se è soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \times I_d \leq U_L$$

dove :

R_E è la resistenza in ohm del dispersore al quale sono collegate le masse;

I_d è la corrente di guasto, in ampere, del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa.

Un dispositivo di controllo dell'isolamento deve essere previsto per indicare il manifestarsi di un primo guasto tra parte attiva e masse o terra. Tale dispositivo deve azionare un segnale sonoro e/o visivo sempre attivo sino a che il guasto persista.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni per l'interruzione automatica dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto su di un conduttore attivo differente devono essere le seguenti:

Quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione allo stesso impianto di messa a terra, si applicano condizioni simili a quelle relative al sistema TN e devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- nei sistemi c.a., se il conduttore di neutro, e nei sistemi in c.c., se il conduttore mediano non sono distribuiti

$$2I_a Z_s \leq U$$

- se il conduttore di neutro, o se il conduttore mediano, rispettivamente, sono distribuiti

$$2I_a Z'_s \leq U_0$$

Dove:

U_0 è la tensione, in c.a. od in c.c., in volt, tra il conduttore di linea e rispettivamente il conduttore di neutro od il conduttore mediano;

U è la tensione, in c.a. od in c.c., in volt, tra i conduttori di linea;



Z_s è l'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto comprendente il conduttore di neutro ed il conduttore di protezione del circuito;

Z'_s è l'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto comprendente il conduttore di neutro ed il conduttore di protezione del circuito;

I_a è la corrente, in ampere, che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN

Quando le masse siano messe a terra per gruppi o individualmente le condizioni per la protezione sono in generale come per i sistemi TT (ma con alcune differenze valutabili caso per caso)

Nei sistemi IT possono essere utilizzati i seguenti dispositivi di controllo e protezione:

- Dispositivi di controllo dell'isolamento;
- Dispositivi di controllo contro le sovracorrenti;
- Dispositivi di protezione a corrente differenziale.

5.4 PROTEZIONE MEDIANTE COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE

Quando sia usata la misura di protezione mediante isolamento doppio o rinforzato per il completo impianto o per una sua parte, i componenti elettrici devono avere almeno una delle seguenti caratteristiche:

I componenti elettrici devono avere un isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di classe II), devono essere dichiarati nelle relative norme come equivalenti alla classe II, come per esempio quadri aventi un isolamento completo (Norma CEI EN 61439-1, CEI 17-113) essi sono indicati con il seguente simbolo



I componenti elettrici provvisti solo di un isolamento principale devono avere un isolamento supplementare applicato durante la loro installazione, che presenti un grado di sicurezza equivalente ai componenti in classe II ed alle prescrizioni specifiche per gli involucri. Sull'esterno ed all'interno dell'involucro deve essere applicato il seguente segno grafico



I componenti elettrici aventi parti attive non isolate devono avere un isolamento rinforzato applicato a tali parti attive durante la loro installazione, che presenti un grado di sicurezza equivalente ai componenti in classe II e che soddisfi le prescrizioni per gli involucri, tenendo presente che tale isolamento è ammesso solo quando esigenze costruttive impediscano la applicazione del doppio isolamento. Sull'esterno ed all'interno dell'involucro deve essere applicato il seguente segno grafico



Quando i componenti sono pronti per funzionare, tutte le parti conduttrici, separate dalle parti attive solo mediante isolamento principale, devono essere contenute in un involucro isolante che presenti almeno il grado di protezione IPXXB; l'involucro isolante non deve essere attraversato da parti conduttrici suscettibili di propagare un potenziale e non deve avere viti od altri mezzi di fissaggio di materiale isolante che potrebbero avere necessità di essere rimossi o che siano tali da potere



essere rimossi durante l'installazione o la manutenzione, la cui sostituzione con viti metalliche o con altri mezzi potrebbe compromettere l'isolamento offerto dall'involucro. Se l'involucro isolante è provvisto di porte o coperchi che possono essere aperti senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, tutte le parti conduttrici, devono trovarsi dietro una barriera isolante con un grado di protezione non inferiore ad IPXXB che impedisca alle persone di venire in contatto con tali parti.

Le parti conduttrici racchiuse nell'involucro isolante non devono essere collegate ad un conduttore di protezione. Si possono tuttavia prendere provvedimenti per collegare i conduttori di protezione che devono attraversare l'involucro per collegare altri componenti elettrici il cui circuito di alimentazione passi pure attraverso l'involucro; all'interno dello stesso involucro, tali conduttori ed i loro morsetti devono essere isolati come se fossero parti attive ed i loro morsetti devono essere contrassegnati in modo appropriato. Le parti conduttrici accessibili e le parti intermedie non devono essere collegate ad un conduttore di protezione a meno che ciò sia previsto nelle prescrizioni di costruzione del relativo componente.

Le condutture in accordo con questa misura di protezione, per i sistemi elettrici con tensioni nominali non superiori a 690V sono costituite da:

- Cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico;
- Cavi unipolari senza guaina installati con tubo protettivo o canale isolante, rispondente alle rispettive norme;
- Cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito, tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno
- Tali condutture non necessitano del simbolo del doppio isolamento; parti metalliche in contatto con le precedenti condutture non sono da considerare masse.

5.5 PROTEZIONE MEDIANTE LUOGHI NON CONDUTTORI

Questa misura di protezione è applicabile solo quando l'impianto è controllato da o sotto la supervisione di personale addestrato in quanto è destinata ad evitare i contatti simultanei con parti che possono trovarsi ad un potenziale diverso a seguito di un guasto dell'isolamento principale di parti attive; per fare ciò è necessario che le persone, in circostanze ordinarie non possano venire in contatto con due masse, oppure una massa ed una massa estranea, se queste parti sono suscettibili di trovarsi ad un potenziale diverso a seguito di un guasto dell'isolamento principale di parti attive ciò è soddisfatto se un luogo ha pavimento e pareti isolanti e se sono verificate una o più delle seguenti disposizioni:

- distanziamento delle masse da masse estranee e delle masse tra di loro. Questo distanziamento è considerato sufficiente se la distanza tra le due parti non è inferiore a 2,5m; (se la zona è al di fuori della portata di mano tale distanza può essere ridotta a 1,25 m);
- interposizione di efficaci ostacoli tra le masse e masse estranee. Tali ostacoli sono considerati come sufficientemente efficaci se consentono di tenere le distanze nei valori indicati al precedente capoverso. Essi non devono essere collegati a terra od a masse; per quanto possibile, devono essere di materiale isolante.
- Isolamento o disposizioni isolanti delle masse estranee. L'isolamento deve avere una resistenza sufficiente ad essere in grado di sopportare una tensione di prova di almeno 2000V. La corrente di dispersione verso terra non deve superare 1 mA in condizioni ordinarie d'uso
- La resistenza dei pavimenti e delle pareti isolanti in ogni punto della misura non deve essere inferiore a 50 kΩ per tensioni di alimentazione non superiori a 500 V o 100 kΩ per tensioni di alimentazione superiori a 500V .

In un luogo non conduttore non devono esserci conduttori di protezione.



5.6 PROTEZIONE MEDIANTE COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE LOCALE NON CONNESSO A TERRA

Questa misura di protezione è applicabile solo quando l'impianto è controllato da o sotto la supervisione di personale addestrato e quando il pavimento è isolante (o conduttore isolato da terra).

In tale sistema di protezione i conduttori di collegamento equipotenziale devono interconnettere tutte le masse e tutte le masse estranee simultaneamente accessibili. Il collegamento equipotenziale locale non deve essere connesso a terra, né direttamente, né tramite masse o masse estranee. Si devono prendere precauzioni per assicurare che le persone che entrano in un luogo reso equipotenziale non possano essere esposte ad una differenza di potenziale pericolosa, in particolare quando un pavimento conduttore isolato da terra sia collegato ad un collegamento equipotenziale e locale non connesso a terra.

5.7 PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA PER L'ALIMENTAZIONE DI UN SOLO APPARECCHIO UTILIZZATORE

La separazione elettrica è una misura di protezione contro i contatti indiretti mediante isolamento principale dei circuiti separati da altri circuiti e da terra personale addestrato e quando il pavimento è isolante (o conduttore isolato da terra). Tale misura di protezione deve essere limitata all'alimentazione di un singolo apparecchio utilizzatore alimentato da una sorgente non messa a terra e avente separazione semplice.

Il circuito separato deve essere alimentato mediante una sorgente con almeno separazione semplice, e la tensione del circuito separato non deve superare 500V.

Le parti attive del circuito separato non devono essere collegate né ad alcun punto di altri circuiti, né a terra né ad un conduttore di protezione. Per assicurare separazione elettrica, le disposizioni devono essere tali da ottenere isolamento principale tra i circuiti. I cavi flessibili devono essere ispezionabili in tutte le parti del loro percorso in cui possano essere danneggiati meccanicamente. Le masse del circuito separato non devono essere connesse intenzionalmente né ad un conduttore di protezione, né ad una massa di altri circuiti, né a masse estranee.

5.8 PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA PER L'ALIMENTAZIONE DI PIÙ DI UN APPARECCHIO UTILIZZATORE

Questa misura di protezione è applicabile solo quando l'impianto è controllato da o sotto la supervisione di personale addestrato.

La protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di più di un apparecchio utilizzatore deve essere assicurata dalla rispondenza a tutte le prescrizioni del punto precedente e ad altre aggiuntive.

Le masse del circuito separato devono essere collegate tra loro per mezzo di conduttori di protezione isolati, non collegati a terra. Tali conduttori non devono essere collegati intenzionalmente a conduttori di protezione o a masse di altri circuiti o a qualsiasi massa estranea. Tutte le prese a spina devono essere provviste di contatti di terra che devono essere collegati al conduttore di protezione.

Tutti i cavi flessibili che non alimentino componenti elettrici con isolamento doppio o rinforzato, devono incorporare un conduttore di protezione da utilizzare come conduttore di collegamento equipotenziale.



Se si verificano due guasti su due masse che siano alimentate da conduttori di polarità diversa, un dispositivo di protezione deve assicurare l'interruzione dell'alimentazione in un tempo come da tabella impianti TN.

Il prodotto della tensione nominale del circuito separato, in volt, per la lunghezza, in metri, della relativa conduttanza elettrica non deve essere superiore a 100000 Volt per metro; la lunghezza della conduttanza non deve superare 500m.

5.9 PROTEZIONE COMBINATA CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

5.9.1 PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE: SELV E PELV

La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti è considerata assicurata quando la tensione nominale non supera 50V, valore efficace in c.a., e 120V in c.c. non ondulata.

L'alimentazione deve provenire da:

- Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni della norma CEI EN 61558-2-6 (CEI 96-7)
- Una sorgente che presenta un grado di sicurezza equivalente a quello del trasformatore di sicurezza precedentemente citato (ad es. motore-generatore con avvolgimenti che siano isolati in modo equivalente).
- Una sorgente elettrochimica (per esempio una batteria) indipendente o separata mediante separazione di protezione da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata.
- Altre sorgenti indipendenti da circuiti FELV o da circuiti a tensione più elevata (per esempio un gruppo elettrogeno).
- Alcuni dispositivi elettronici rispondenti a norme appropriate per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interni, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori di tensione nominale indicati in precedenza. Tensioni superiori di uscita sono comunque ammesse, in caso di PELV, se ci si assicura che, in caso di contatti indiretti, la tensione ai morsetti di uscita sia ridotta nel tempo previsto dalla tabella degli impianti TN (riprodotta in precedenza) a valori non superiori a 50V c.a. e 120V c.c.

Le parti attive dei circuiti SELV e PELV devono essere separate le une dalle altre, dai circuiti FELV e da circuiti a tensione più elevata mediante separazione di protezione che può essere realizzata ricorrendo ad uno dei seguenti metodi:

- mediante conduttori separati materialmente;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante;
- con i conduttori dei circuiti a tensione diversa separati da uno schermo o da una guaina metallici messi a terra
- Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati nell'insieme od individualmente, per la massima tensione.

Le prese a spina dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi elettrici;

le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi elettrici

le prese e le spine SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione



5.9.2. PRESCRIZIONI RIGUARDANTI SOLO I CIRCUITI SELV

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra neppure a parti attive o a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere collegate intenzionalmente:

- a terra
- a conduttori di protezione o a masse di altri circuiti elettrici
- a masse estranee

Se la tensione nominale supera 25V, valore efficace in c.a., oppure 60V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IPXXB, oppure

un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500V, valore efficace per un minuto, o in accordo con le relative norme di prodotto

Se la tensione nominale non supera 25V, valore efficace in c.a., oppure 60V, in c.c. non ondulata, la protezione contro i contatti diretti è generalmente assicurata, fatto salvo in alcuni ambienti e nelle applicazioni particolari descritti nella parte 7 della norma CEI 64-8

5.9.3. PRESCRIZIONI RIGUARDANTI SOLO I CIRCUITI PELV

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata da:

barriere od involucri aventi un grado di protezione non inferiore a IPXXB, oppure

un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500V, valore efficace per un minuto, o in accordo con le relative norme di prodotto

La protezione contro i contatti diretti, non è necessaria se il componente elettrico si trova all'interno o all'esterno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi 25V, valore efficace c.a., oppure 60V in c.c. non ondulata.

In ogni caso la protezione contro i contatti diretti non è richiesta se la tensione nominale dei sistemi PELV non supera 12V in c.a. o 30V in c.c.

5.9.4. PRESCRIZIONI RIGUARDANTI SOLO I CIRCUITI FELV

Quando, per ragioni funzionali, si utilizzi una tensione non superiore a 50V, valore efficace in c.a. od a 120V in c.c., ma non vengano soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV o PELV, e quando i sistemi SELV e PELV non siano necessari devono essere osservate prescrizioni supplementari per assicurare la protezione contro i contatti diretti ed indiretti. Questa combinazione è nota con il nome di FELV.

La protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- Isolamento principale, corrispondente alla tensione nominale del circuito primario della sorgente, oppure
- Barriere o involucri

La protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata:

- Se il circuito primario è protetto mediante interruzione automatica dell'alimentazione, collegando le masse dei componenti del circuito FELV al conduttore di protezione del circuito primario;
- Se il circuito primario è protetto mediante separazione elettrica, collegando le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra.
- La sorgente di un sistema FELV può essere un trasformatore avente un isolamento principale tra gli avvolgimenti.

Le prese a spina per circuiti FELV devono avere un contatto di terra collegato al conduttore di protezione.



5.10 PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI

L'impianto elettrico deve essere realizzato in modo che non ci sia in servizio ordinario, pericolo d'innesco dei materiali combustibili o infiammabili a causa di temperature elevate o di archi elettrici; inoltre non deve essere presente il rischio che le persone possano rimanere ustionate.

5.10.1. PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI

I componenti elettrici non devono costituire pericolo d'innesco o di propagazione d'incendio per i materiali adiacenti. I componenti elettrici che possono raggiungere temperature superficiali tali da poter innescare l'incendio dei materiali adiacenti, devono essere installati nelle seguenti modalità:

- Su o dentro elementi costituiti da materiali che resistano a tali temperature e che abbiano una bassa conducibilità termica
- Dietro schermi termicamente isolanti che resistano a tali temperature e che abbiano una bassa conducibilità termica;
- Ad una distanza sufficiente a permettere un'adeguata dissipazione del calore per evitare che tali temperature possano avere effetti termici dannosi sui materiali la cui conservazione potrebbe venire compromessa da tali temperature, utilizzando supporti di bassa conducibilità termica.

I componenti elettrici collegati all'impianto in modo permanente che nel loro funzionamento ordinario siano tali da produrre archi o scintille, devono:

- Essere totalmente racchiusi in materiale resistente agli archi, oppure
- Essere schermati, con elementi di materiale resistente agli archi, dagli elementi dell'edificio sui quali gli archi potrebbero avere effetti termici dannosi, oppure
- Essere installati ad una distanza sufficiente dagli elementi dell'edificio sui quali gli archi o le scintille potrebbero avere effetti termici dannosi, per permettere una sicura estinzione degli stessi archi o scintille
- I componenti fissi che presentino effetti di focalizzazione o di concentrazione di calore devono essere distanziati da qualsiasi oggetto fisso o da qualsiasi elemento dell'edificio in modo tale che questi oggetti od elementi non possano essere sottoposti, in condizioni ordinarie, a temperature pericolose.
- Quando i componenti elettrici installati nello stesso locale contengono liquido infiammabile in quantità significativa, si devono prendere precauzioni per evitare che il liquido in fiamme ed i prodotti di combustione del liquido stesso (fiamme, fumo, gas tossici) si propaghino alle altre parti dell'edificio.
- I materiali degli involucri disposti attorno ai componenti elettrici durante la messa in opera devono essere in grado di sopportare le più elevate temperature che possano essere prodotte dai componenti stessi.

5.10.2. PROTEZIONE CONTRO LE USTIONI

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano non devono raggiungere temperature tali che possano causare ustioni alle persone, e devono soddisfare ai limiti indicati nella tabella seguente

<i>PARTI ACCESSIBILI</i>	<i>MATERIALE DELLE PARTI ACCESSIBILI</i>	<i>TEMPERATURA MASSIMA (°C)</i>
<i>Organi di comando da impugnare</i>	Metallico	55
	Non metallico	65
<i>Parti preste per essere toccate durante il funzionamento ordinario,</i>	Metallico	70



ma che non necessitano di essere impugnate	Non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	Metallico	80
	Non metallico	90

Tutte le parti dell'impianto che, in funzionamento ordinario, possono raggiungere, anche per brevi periodi, temperature superiori ai limiti indicati in tabella devono essere protette in modo da evitare il contatto accidentale, devono cioè essere protette con involucri o barriere tali da assicurare il grado di protezione IPXXB. I limiti della tabella non si applicano tuttavia ai componenti elettrici conformi alle relative norme di riferimento.

5.10.3. PROTEZIONE CONTRO I SURRISCALDAMENTI

I sistemi di riscaldamento ad aria forzata devono essere tali che i loro elementi riscaldanti, che non siano quelli dei riscaldatori centralizzati ad accumulo, non possano essere messi in tensione sino a che il flusso d'aria prescritto non sia stato stabilito e siano messi fuori tensione quando il flusso d'aria sia stato ridotto o fermato. Essi devono inoltre avere due dispositivi di limitazione della temperatura indipendenti l'uno dall'altro, destinati ad evitare che le temperature ammissibili siano superate nei condotti dell'aria.

Tutti gli apparecchi utilizzatori che producono acqua calda o vapore devono essere protetti per costruzione o durante la loro installazione, contro i surriscaldamenti, in tutte le condizioni di servizio. Se gli apparecchi utilizzatori non sono conformi nel loro insieme alle Norme CEI che li riguardano, la protezione deve venire assicurata per mezzo di un dispositivo che non si richiuda automaticamente e che funzioni indipendentemente dal termostato. Se l'apparecchio non ha sfianti liberi esso deve essere fornito anche di un dispositivo che limiti la pressione dell'acqua.

5.11 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di temperature troppo elevate o di sollecitazioni meccaniche dovute a sovracorrenti che si possano produrre nei conduttori attivi

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

- Interruzione automatica della sovracorrente prima che essa permanga per una durata pericolosa;
- Limitazione della sovracorrente massima ad un valore non pericoloso tenuto conto della sua durata.

I conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico o un cortocircuito.

I dispositivi devono essere scelti tra le seguenti categorie:

- Dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi che contro i cortocircuiti (interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente)
- Dispositivi che assicurano solo la protezione contro i sovraccarichi (dispositivi di funzionamento a tempo inverso)
- Dispositivi che assicurano solo la protezione contro i sovraccarichi (interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente, fusibili di tipi gG gM od aM).



5.11.1. PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \qquad I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Dove:

I_B = corrente di impiego del circuito

I_Z = portata in regime permanente della conduttura (norma CEI 64-8/523)

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (per i dispositivi regolabili la corrente I_n è la regolata scelta)

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

Quando lo stesso dispositivo di protezione protegge diversi conduttori in parallelo, si assume per I_Z la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione tuttavia che i conduttori siano disposti per portare correnti sostanzialmente uguali (natura, modo di posa, lunghezza, sezione).

5.11.2. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Le correnti di cortocircuito presunte devono essere determinate con riferimento ad ogni punto significativo dell'impianto. Questa determinazione può essere effettuata sia con calcoli sia con misure

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle seguenti condizioni:

- Il potere d'interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione. È tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere d'interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere d'interruzione. In questo caso, però, le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi (tale coordinamento tra protezioni viene definita "filiazione" o protezione di Back-up)
- Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito (il caso più sfavorevole risulta essere un cortocircuito fase – neutro a fondo linea) devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Siccome il cortocircuito fase neutro a fondo linea risulta essere caratterizzato correnti di guasto aventi valori contenuti, per rispettare il coordinamento cavo – protezione è sufficiente rispettare la seguente relazione

$$I_{cc\min} \geq I_a$$

Dove:

$I_{cc\min}$ = corrente di cortocircuito minima a fondo linea

I_a = soglia istantanea di intervento della protezione posta a protezione del circuito (intervento magnetico di un interruttore magnetotermico)

Nel caso non si potesse rispettare la relazione precedente è possibile, per i cortocircuiti di durata non superiore a 5 s, determinare il tempo t necessario affinché una data corrente di cortocircuito



porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite con la seguente formula:

$$\sqrt{t} = K \cdot \frac{S}{I}$$

Dove:

t= durata in secondi

S= sezione in mm²

I= corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace

K= 115 per i conduttori in rame isolati con PVC/termoplastici;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

92 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;

92 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica o EPR reticolato

115 corrispondente ad una temperatura di 160°C, per le giunzioni saldate a stagno tra

conduttori di rame.

Per i sistemi di condotti sbarre e per sistemi di alimentazione a binario elettrificato la corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw}), non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta dell'impianto; in alternativa la corrente condizionata di cortocircuito del sistema di condotto sbarre, o di binario elettrificato, associato a uno specifico dispositivo di protezione non deve essere inferiore alla corrente presunta di cortocircuito.

Un unico dispositivo può proteggere contro i cortocircuiti più conduttori in parallelo, a condizione che le caratteristiche di funzionamento del dispositivo ed il modo di posa dei conduttori in parallelo siano coordinati in modo appropriato.

5.11.3. LIMITAZIONE DELLE SOVRACORRENTI PER MEZZO DELLE CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE

I conduttori non necessitano di protezione contro le correnti di sovraccarico e di cortocircuito se sono alimentati da una sorgente che non sia in grado di fornire una corrente superiore alla portata dei conduttori (per es. alcuni trasformatori per suonerie, alcuni trasformatori per saldature, alcuni tipi di gruppi elettrogeni).

5.12 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI GUASTO

I conduttori diversi da quelli attivi e qualsiasi altra parte desinata ad essere percorsa da correnti di guasto devono essere in grado di sopportare queste correnti senza raggiungere temperature troppo elevate; le prescrizioni della norma CEI 64-8/131.5 assicurano la protezione dei conduttori attivi contro le sovracorrenti anche derivanti da guasti.

5.13 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI E LE INFLUENZE ELETTROMAGNETICHE

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di:

- *un guasto tra parti attive di circuiti alimentati con tensioni di valore differente;*
- *sovratensioni che si possano produrre per altre cause (come per es. per fenomeni atmosferici e sovratensioni di manovra)*

L'impianto deve avere un livello di immunità adeguato contro i disturbi elettromagnetici in modo da funzionare correttamente nell'ambiente specificato. Si dovrà tener conto inoltre delle prevedibili emissioni generate dall'impianto e dai suoi componenti, le quali devono essere tollerabili dagli apparecchi utilizzatori alimentati dall'impianto stesso.



5.13.1 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

In questa sezione si forniscono elementi atti alla protezione contro le sovratensioni sia quando essa sia assicurata da situazioni naturali od ottenuta da dispositivi di protezione; non si prevedono protezioni secondo le prescrizioni qui di seguito elencate, non sarà assicurato il coordinamento dell'isolamento e dovrà essere valutato il rischio dovuto alle sovratensioni. La protezione in accordo con la norma CEI 64/8 potrà essere garantita solo se i componenti elettrici soddisfino almeno i valori della tensione nominale di tenuta all'impulso della seguente tabella

Tabella 1 Valori della tensione nominale di tenuta all'impulso della seguente tabella				
Tensione nominale dell'impianto (*) V	Tensione nominale di tenuta all'impulso richiesta per i componenti elettrici kV			
	Categoria IV di tenuta all'impulso (Componente elettrico con tenuta all'impulso molto alta)	Categoria III di tenuta all'impulso (Componente elettrico con alta tenuta all'impulso)	Categoria II di tenuta all'impulso (Componente elettrico con normale tenuta all'impulso)	Categoria I di tenuta all'impulso (Componente elettrico con ridotta tenuta)
230/400 277/480	6	4	2,5	1,5
400/690	8	6	4	2,5
1000	Valori di competenza dei progettisti di sistemi o, in assenza di informazioni, possono essere scelti i valori riportati nella precedente linea			
(*) In accordo con CEI 8-6				

Le categorie di tenuta all'impulso, sono intese a distinguere i differenti gradi di disponibilità dei componenti elettrici nei riguardi dell'aspettativa di continuità di servizio richiesta e di un rischio di guasto accettabile. Con la scelta dei livelli di tenuta all'impulso dei componenti elettrici il coordinamento dell'isolamento può essere ottenuto nell'intero impianto riducendo il rischio di guasto a un livello accettabile, fornendo così una base per il controllo della sovratensione. Un numero caratteristico di una categoria di tenuta ad impulso maggiore di un altro indica una tenuta all'impulso di un componente elettrico superiore e offre la possibilità di una più vasta scelta di metodi per il controllo della sovratensione.

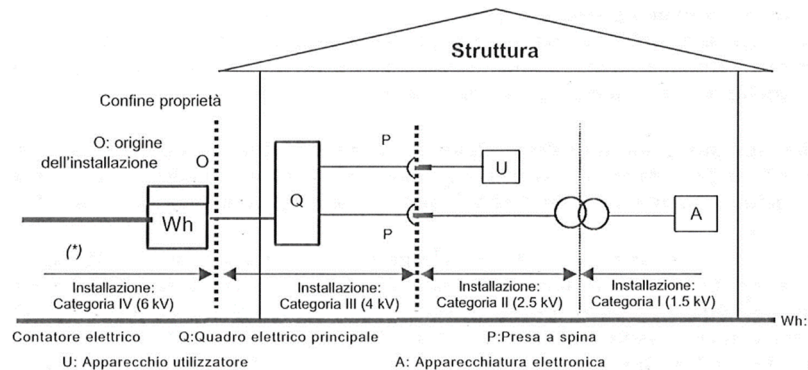
Il concetto delle categorie di tenuta all'impulso è utilizzato per i componenti elettrici alimentati direttamente dalla rete.

I componenti elettrici aventi una tenuta all'impulso di categoria I sono componenti intesi ad essere collegati agli impianti elettrici fissi di edifici quando i mezzi di protezione sono situati al di fuori degli stessi componenti, sia nell'impianto fisso o tra l'impianto fisso ed il componente, per limitare le sovratensioni transitorie al livello specificato.

I componenti elettrici aventi una tenuta all'impulso di categoria II sono componenti intesi ad essere collegati agli impianti elettrici fissi di edifici (ad es. elettrodomestici, gli utensili mobili e trasportabili e carichi simili)

I componenti elettrici aventi una tenuta all'impulso di categoria III sono componenti che fanno parte degli impianti elettrici fissi di edifici ed anche altri componenti per i quali si prevede un più elevato grado di disponibilità (ad es. quadri di distribuzione, interruttori automatici, sistemi di condutture inclusi cavi, condotti sbarre, scatole di giunzione, interruttori non automatici, prese a spina ecc.)

I componenti elettrici aventi una tenuta all'impulso di categoria IV sono componenti destinati per l'uso all'origine, o nella prossimità, di impianti elettrici di edifici, a monte del quadro di distribuzione principale (contatori di energia elettrica, dispositivi primari di protezione contro le sovracorrenti e unità di controllo dell'ondulazione)



I componenti elettrici devono essere scelti in modo che il loro valore nominale di tenuta all'impulso non sia inferiore alla tensione di tenuta all'impulso richiesta nel punto d'installazione.

5.13.2. PROTEZIONE CONTRO LE INFLUENZE ELETTROMAGNETICHE

Le interferenze elettromagnetiche (EMI) disturbano o danneggiano i sistemi per le tecnologie di comunicazione e delle informazioni (ICT), per tecnologie di comunicazione radiotelevisive (BCT), di comando, controllo e comunicazione degli edifici (CCCB), controllo, comando e automazione dei processi (PMCA). Le correnti dovute a fulmini, manovre, cortocircuiti e altri fenomeni elettromagnetici possono causare sovratensioni ed interferenze elettromagnetiche.

Questi effetti possono verificarsi in presenza di:

- Conduttori che formano spire di grandi dimensioni;
- Diverse condutture di potenza e di segnale con percorsi paralleli.
- I cavi di alimentazione che portano correnti elevate con ampia derivata della corrente (di/dt) possono indurre sovratensioni nei cavi di comando, controllo e comunicazione degli impianti elettrici, che possono influenzare o danneggiare le apparecchiature elettriche collegate.
- Alcuni esempi di misure di compatibilità elettromagnetica sono riportate qui di seguito:
- Installazione di limitatori di tensione e/o filtri
- Collegamento delle guaine conduttrici (armature, schermi) dei cavi collegate alla eventuale rete equipotenziale comune
- Separazione dei cavi di energia e segnale
- Utilizzo di cavi con conduttori concentrici
- Ecc..

5.14 PROTEZIONE CONTRO GLI ABBASSAMENTI DI TENSIONE

Quando un abbassamento di tensione, o la mancanza ed il successivo ripristino della tensione, possono comportare pericoli per le persone o per le cose, devono essere prese opportune precauzioni.

Non sono richiesti tuttavia dispositivi di protezione contro gli abbassamenti di tensione se i danni all'impianto o all'apparecchio utilizzatore costituiscono un rischio accettabile e non creano condizioni di pericolo per le persone.



6. PRESCRIZIONI PARTICOLARI

6.1 AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO

Gli impianti elettrici da realizzarsi internamente ad ambienti a maggior rischio in caso di incendio, dovranno essere realizzati nel rispetto di prescrizioni aggiuntive indicate e, secondo quanto richiesto dalla norma CEI 64-8/7 art.751. L'articolo 751 della norma CEI 64-8 parte 7 si applica infatti agli ambienti che presentano, in caso di incendio, un rischio maggiore di quello che presentano gli ambienti ordinari. Il rischio di incendio dipende dalla probabilità che esso si verifichi e dall'entità del danno conseguente per le persone, per gli animali e per le cose.

L'individuazione dei luoghi a maggior rischio in caso di incendio dipende dai seguenti parametri:

- densità di affollamento;
- massimo affollamento ipotizzabile;
- capacità di deflusso o di sfollamento;
- entità del danno ad animali e/o cose;
- comportamento al fuoco delle strutture e dei materiali costituenti l'edificio;
- presenza di materiale combustibile;
- tipo di utilizzazione dell'ambiente;
- situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio.

Per quanto sopra detto gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio vengono suddivisi in tre tipologie, in particolare:

6.1.1 - luoghi di TIPO A

ambienti a maggior rischio per l'elevata densità di affollamento, per l'elevato tempo di sfollamento, per l'elevato danno ad animali o cose.

6.1.2 - luoghi di TIPO B

ambienti a maggior rischio in quanto aventi struttura portante combustibile.

6.1.3 - luoghi di TIPO C

ambienti a maggior rischio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito.

Gli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio dovranno essere realizzati conformemente alle richieste normative, in particolare:

- i componenti elettrici vanno limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti;
- gli apparecchi di illuminazione devono essere conformi alle norme di prodotto, non sono richiesti requisiti particolari salvo mantenere determinate distanze nel caso di apparecchi che sviluppano calore;
- sulle vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti liquidi infiammabili;
- nei locali con pubblico i quadri vanno nei locali con accesso al solo personale oppure dotati di porta con chiusura a chiave;
- le condutture elettriche devono essere tali da non causare l'innesco e/o la propagazione di incendi, salvo presentare, per alcune condizioni di posa l'obbligo del differenziale $\leq 0,3A$
- varie ed eventuali, prescrizioni particolari ed ulteriormente aggiuntive, per ciascuna tipologia di luogo a maggior rischio in caso di incendio.



7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE:

Si provvederà alla valutazione del rischio dovuto al fulmine della struttura in oggetto, sulla base delle norme CEI 81-10. La relazione della valutazione del rischio da fulmini è riportata nell'elaborato dei calcoli esecutivi designato con E.10.

La valutazione del rischio dovuto al fulmine di cui sopra, nella sua forma estesa e completa, sarà fornita su esplicita richiesta.

8. SPECIFICHE IMPIANTI ELETTRICI DA REALIZZARE

8.1. QUADRI ELETTRICI

In generale i quadri elettrici di nuova realizzazione e/o di recupero saranno posati e cablati in opera completi di accessori vari quali etichette di identificazione dei circuiti, accessori di fissaggio, nomenclatura sugli interruttori, capicorda ed accessori vari per il cablaggio delle apparecchiature di protezione, comando e controllo specificate negli schemi elettrici allegati. Il tutto compreso di ogni onere ed accessorio per dare il lavoro finito a regola d'arte, quadri realizzati in conformità alle norme specifiche.

I quadri saranno realizzati in contenitori ad armadio o a cassetta, tutti i quadri saranno in materiale metallico/isolante, grado di protezione IP65-IP40 a seconda del locale di installazione, classe I ovvero classe II. I quadri elettrici verranno realizzati completi delle apparecchiature indicate negli allegati schemi elettrici unifilari nonché dei dispositivi necessari alla realizzazione di un sistema di building automation, calcolando almeno il 20-30% di spazio disponibile come riserva.

In particolare sono stati previsti:

- Nuovo quadro di partenza contenente il Dispositivo Generale (DG);
- Nuovo quadro generale (QG);
- Nuovo quadro elettrico centrale termica (Q2)
- Recupero quadro elettrico campanile (Q1)

8.2 LINEE ELETTRICHE:

In generale i cavi / conduttori dovranno avere una tensione nominale d'isolamento, sia verso terra che tra i conduttori attivi adeguata. Tutti i conduttori dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione. Le sezioni minime dei conduttori in rame che verranno utilizzati saranno di 1,5mm² per i circuiti di potenza e 0,5mm² per circuiti di segnalazione e per i circuiti ausiliari. In particolare saranno da posare:

8.2.1. LINEE ELETTRICHE REALIZZATE IN CAVO ISOLATO (0,6-1)kV A BASSA EMISSIONE DI FUMI E GAS TOSSICI



Tutte le linee elettriche di alimentazione agli impianti elettrici ed apparecchiature varie, qualsiasi sia la tipologia di posa, ad esclusione degli impianti da realizzarsi in tubazioni p.v.c. corrugate a doppia camera posate interrate nell'area esterna, saranno realizzate con cavi del tipo a doppio isolamento ed aventi particolari caratteristiche di bassissima emissione di fumi e gas tossici tipo FG7(O)M1, isolati (0,6-1)KV. Conduttori in rame flessibile, isolante principale in gomma HEPR ad alto modulo, guaina termoplastica speciale di qualità M1, cavi a bassa emissione di fumi e gas tossici, adatti alla salvaguardia delle persone in caso di incendio.

8.2.2. LINEE ELETTRICHE REALIZZATE IN CONDUTTORI ISOLATI (450-750)V A BASSA EMISSIONE DI FUMI E GAS TOSSICI

Tutte le linee elettriche di alimentazione agli impianti elettrici ed apparecchiature varie, posati in tubazioni p.v.c. corrugate sottotraccia saranno realizzate con conduttori tipo N07G9-K, isolati (450-750)V. Conduttori in rame flessibili, isolati elastomerico reticolato di qualità G9, conduttori a bassa emissione di fumi e gas tossici, adatti alla salvaguardia delle persone in caso di incendio.

8.2.3. LINEE ELETTRICHE REALIZZATE IN CAVO ISOLATO (0,6-1)kV

Tutte le linee elettriche di alimentazione agli impianti elettrici ed apparecchiature varie, qualsiasi sia la tipologia di posa, ad esclusione degli impianti da realizzarsi in tubazioni p.v.c. corrugate a doppia camera posate interrate nell'area esterna, saranno realizzate con cavi del tipo a doppio isolamento tipo FG7(O)R, isolati (0,6-1)KV. Conduttori in rame flessibile, isolante principale in gomma HEPR ad alto modulo, guaina termoplastica speciale di qualità G7 (da utilizzarsi nei locali non frequentati dai fedeli).

8.2.4. LINEE ELETTRICHE REALIZZATE IN CAVO ISOLATO (0,6-1)kV RESISTENTI AL FUOCO PER ALMENO 1 ORA

Le linee elettriche di alimentazione agli impianti di sicurezza (pulsanti di sgancio tensione, impianto illuminazione di riserva) saranno realizzate con cavi aventi particolari caratteristiche di resistenza al fuoco (almeno 1 ORA) tipo FTG10(O)M1. Conduttori in rame rosso flessibile, isolante principale in elastomerico reticolato di qualità G10, guaina esterna termoplastica speciale di qualità M1, colore azzurro.

8.3 CAVIDOTTI:

In generale, il diametro dei tubi e comunque dello spazio disponibile all'infilaggio dei cavi/conduttori dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi in esso contenuto e comunque mantenere una riserva disponibile pari ad almeno il 30% oltre lo spazio occupato dalle linee. Il diametro del tubo e comunque lo spazio disponibile all'infilaggio dei cavi/conduttori dovrà 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/cavidotti. Nella stessa condotta si potranno posare circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, purché tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata presente oppure i cavi di segnali siano isolati per la loro tensione, ma i cavi di energia siano del tipo a doppio isolamento. Le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ad essere apribile solo con attrezzo. Non saranno ammesse in nessun caso giunzioni a nastro.



All'interno della chiesa verranno per lo più riutilizzati, previo verifica, i cavidotti esistenti, ripristinandoli ove fossero stati interrotti a causa di cedimenti strutturali che ne avessero precluso il funzionamento. Negli ambienti liturgici non verranno utilizzati cavidotti per posa a vista in posizioni visibili, la loro posa sarà comunque ammessa in posizioni nascoste. Ove non fosse possibile realizzare gli impianti alle condizioni precedentemente descritte si provvederà all'installazione di cavi in fibra minerale.

8.3.1. CANALE METALLICO IN ACCIAIO

Nel piano compreso tra il soffitto delle navate laterali ed il tetto, dove fosse necessario, gli impianti saranno realizzati per la parte dorsale in canale metallico in acciaio, da utilizzare come supporto cavi, adatta al trasporto delle linee elettriche necessarie alla realizzazione degli impianti elettrici in genere. Le derivazioni dal canale saranno realizzate con apposite scatole in materiale isolante adatte alla perfetta integrazione con il canale, mentre il cavo in uscita dotato di pressa cavo fino all'utenza (in genere lampada) da rialimentare. La canalizzazioni con canale dovranno essere dimensionate in maniera adeguata al contenimento delle linee elettriche previste garantendo il rispetto del fattore di riempimento come indicato nelle normative specifiche, eventuali impianti speciali funzionanti a tensioni differenti dalla nominale saranno realizzati con cavi aventi lo stesso grado di isolamento e comunque posati in canale o in comparto dedicato. Il canale si intende posato su staffe a mensola ancorate al muro e comprensivo di coperchio. Il tutto compreso di ogni onere ed accessorio per dare il lavoro finito a regola d'arte.

8.3.2. TUBAZIONI IN P.V.C. RIGIDE ADATTE ALLA POSA ESTERNA

In alcune zone nascoste, e nei locali senza accesso di pubblico (esempio centrale termica), le linee elettriche di distribuzione secondaria e derivazione alle apparecchiature, saranno posate in tubo p.v.c. esterno. Le tubazioni saranno del tipo rigide in p.v.c., materiale plastico rigido autoestinguente serie pesante, resistenti allo schiacciamento, colore grigio RAL 7035, marchiato IMQ. La fornitura della tubazione è da intendersi comprensiva delle scatole di derivazioni necessarie, adatte alla perfetta integrazione con la tubazione; cassette del tipo da esterno munite di coperchio di chiusura a mezzo viti movibili solo con attrezzo ed appositi pressa cavi. Tubazioni complete di tutti gli accessori necessari al fissaggio dei cavidotti a parete con appositi sostegni ad aggancio rapido, cavidotti da utilizzare esclusivamente come supporto cavi, sprovvisti di accessori atti al raggiungimento di grado di protezione IP4X considerando l'utilizzo esclusivo di cavi a doppio isolamento. Il tutto compreso di ogni onere ed accessorio per dare il lavoro finito a regola d'arte.

8.3.3. TUBAZIONI IN P.V.C. CORRUGATE ADATTE ALLA POSA SOTTO TRACCIA

Ove possibile nei tratti sottointonaco gli impianti da ripristinare saranno in genere incassati mediante tubazioni isolanti flessibile del tipo corrugato pesante, materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (p.v.c.), marchiato IMQ, ideale per la realizzazione di impianti elettrici sotto traccia disponibile in diversi colori quali nero, verde, bianco, azzurro, blu, marrone, lilla per permettere una rapida individuazione delle varie linee elettriche nel caso in cui ad ogni tipo di impianto da posare nel cavidotto venga abbinato un diverso colore del tubo. Tubazioni complete di tutti gli accessori necessari al fissaggio dei cavidotti e delle scatole di derivazione con punti in cemento e quant'altro necessario alla corretta posa dello stesso. Il tutto compreso di ogni onere ed accessorio per dare il lavoro finito a regola d'arte.

8.4 APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE AREE INTERNE

8.4.1. APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE INTERNA CHIESA E SACRESTIA

Internamente alla chiesa saranno installati corpi illuminanti tipo Yori a Led ditta Reggiani o equivalente. Proiettori da superficie dalle linee essenziali ed eleganti. Corpi illuminanti orientabili



con sorgenti a LED e reattore incorporato. I corpi illuminanti scelti montano il sistema di ottiche intercambiabili IOS.

Per la sagrestia sono stati previsti degli apparecchi di illuminazione a plafone rettangolari a LED della ditta DISANO o equivalenti al fine di ottenere una buona illuminazione uniforme.

8.4.2. APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE ARTISTICA

Internamente alla chiesa forse saranno recuperati tutti i candelabri e i lampadari esistenti. Nel recupero dovranno essere sostituite le sorgenti luminose esistenti con delle nuove aventi forma "a fiamma" e fonte luminosa LED tipo Filed ditta Arteleta o equivalente

Lampada da installare in sostituzione delle lampade attualmente installate sui "candelabri" e "lampadari" decorativi. In opera a regola d'arte

Lampada avente le seguenti caratteristiche:

- Alimentazione 230V
- Flusso luminoso 440lm
- Bulbo interamente in vetro
- Led a filamento allungato
- Miscela di gas all'interno del bulbo: migliora le prestazioni ed allunga la vita
- Virola con finitura nichelata
- Vita media: superiore alle 20.000 ore
- Angolo di diffusione: 360°
- Tonalità di luce: 3.000°K
- Indice resa cromatica: (CRI)>85.

8.4.3. APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE LOCALI VARI NON ACCESSIBILI AL PUBBLICO

Internamente ai locali come la centrale termica ed il locale adiacente adibito a magazzino saranno da fornire nuovi corpi illuminanti senza alcun valore estetico. Apparecchi aventi le seguenti caratteristiche: corpo in polycarbonato autoestinguente; guarnizioni di tenuta anti invecchiamento; schermo in polycarbonato autoestinguente trasparente con superficie esterna liscia ed interna prismaticizzata; riflettore porta cablaggio in acciaio zincato fissato al corpo mediante dispositivi rapidi; apertura a cerniera. Fusibili incorporati nella morsettiera di allacciamento linea che consente di isolare un eventuale corto circuito al solo apparecchio interessato. Distribuzione diffusa. Cablaggio elettronico. Grado di protezione IP65. Classe I. Il tutto completo di fornitura e posa dell'apparecchio illuminante, completo di lampade a LED, alimentatore e di tutti gli accessori necessari.

8.5 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE AREE ESTERNE

Non sono previsti apparecchi di illuminazione per aree esterne in quanto l'ingresso della chiesa è in fregio alla strada pubblica già sufficientemente illuminata; nel caso si volessero installare apparecchi di illuminazione aggiuntivi per aree esterne, essi dovranno essere corredati della certificazione di rispondenza alla L.R. 17/2000 contro l'inquinamento luminoso.

8.6 APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

8.6.1 APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA CHIESA

Per la realizzazione dell'illuminazione di emergenza interna alla chiesa è prevista l'alimentazione di alcuni corpi illuminanti abitualmente utilizzati per l'illuminazione ordinaria. Tali corpi illuminanti



saranno alimentati da circuito predisposto e allacciato al CPSS posto nel locale quadri. I corpi illuminanti saranno comandati da circuito indipendente e realizzato con cavi resistenti al fuoco.

8.6.2. APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA LOCALI VARI

Nei locali centrale termica e campanile, in prossimità degli ingressi / uscite dai locali stessi, saranno previsti apparecchi di emergenza con batteria autonoma, utilizzo esclusivo in emergenza, tipo SE. Apparecchi in materiale plastico autoestinguente, schermo trasparente; predisposti per l'installazione a parete, idonei per l'installazione in ambienti AD/FT e su superfici normalmente infiammabili. Completa di LED di indicazione malfunzionamenti, presenza rete, attivazione del circuito di ricarica. Autonomia di 1 ORA, ricarica 12 ore. Grado di protezione IP65. Classe II. Il tutto completo di fornitura e posa dell'apparecchio illuminante, completo di batteria al Ni-Cd, inverter, soccorritore, lampada e di tutti gli accessori necessari. Il tutto compreso di ogni onere ed accessorio per dare il lavoro finito a regola d'arte.

8.6.3. GRUPPO DI CONTINUITA' CONFORME ALLA NORMA EN 50171 (CPSS)

L'illuminazione di emergenza sarà alimentata da gruppo di continuità conforme alla norma en 50171 (CPSS) tipo ON-LINE doppia conversione (VFI-SS-111 secondo CEI-EN 62040-3).

Il gruppo soccorritore dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- UPS potenza da 3 kVA in grado di garantire una potenza di 720 W in modo continuativo (ovvero 600 W + 20% come da norma EN50171);
- UPS con involucro metallico conforme alla norma EN 60598-1;
- UPS fornito di interruttore d'ingresso per la verifica periodica obbligatoria dell'autonomia della batteria;
- Sorgente di alimentazione principale conforme alla norma EN 50171;
- UPS sarà fornito con batterie VRLA integrate fino a 60 minuti a fine vita (dimensionate per un'autonomia di $60 \times 1,2 = 72$ minuti);
- Batterie ad alta capacità con durata di vita prevista di 10 anni conforme alla norma EN50272-2;
- Il caricabatteria deve garantire la capacità di ricarica dell'80% entro 12 ore, conformemente alla EN50171;

Le caratteristiche tecniche saranno le seguenti:

- Range di potenza: 3 kVA;
- Tensione ingresso (monofase): 230V + N;
- Frequenza: 50/60 Hz ;
- THDI: >0.98;
- Tensione uscita nominale: 230 V (1ph) settabile 220/240 V;
- Frequenza in uscita: 50/60Hz ;
- Ups fornito di interfaccia seriale RS232 ed interfaccia RS485 sui modelli da 4,5 e 6 kVA;
- Interfaccia contatti puliti per remotizzazione allarmi UPS;
- Sulla parte frontale del sistema sarà presente un sinottico con Led/Lcd e icone grafiche per semplice monitoraggio delle modalità di funzionamento;
- Batterie VRLA: piombo-acido ermetiche, esenti da manutenzione - vita prevista 10 anni;
- Temperatura di funzionamento: 0-40 °C. (Temperatura consigliata per aumentare le durata di vita della batterie compresa tra 15°C e 25 °C).
- Dimensioni (mm) Armadio UPS versione non isolata: 444x795x1000;
- DPeso: 130 kg;
- Grado di protezione: IP20;